

Державний комітет України по водному господарству

**ПРОЕКТУВАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПОЛЬДЕРНИХ
СИСТЕМ З УРАХУВАННЯМ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕНИХ
ПУНКТІВ І СІЛЬГОСПУГІДЬ ВІД ПОВЕНЕЙ ТА
ПАВОДКІВ**

**Посібник до ДБН В.2.4-1-99 “Меліоративні системи
та споруди. Норми проектування**

КИЇВ 2004

Державний комітет України по водному господарству

**ПРОЕКТУВАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПОЛЬДЕРНИХ
СИСТЕМ З УРАХУВАННЯМ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕНИХ
ПУНКТІВ І СІЛЬГОСПУГІДЬ ВІД ПОВЕНЕЙ ТА
ПАВОДКІВ**

**Посібник до ДБН В.2.4-1-99 “Меліоративні системи
та споруди. Норми проектування**

КИЇВ 2004

ПЕРЕДМОВА

Розроблений	ВАТ “Український головний проектно-розвідувальний та науково-дослідний інститут меліоративного і водогосподарського будівництва” (Дупляк В.Д., к.т.н., проф., акад. АБУ; Дудник В.В.; Забулонський А.Ф.)
Схвалений	Секцією „Комплексне використання водних ресурсів” науково-технічної ради Держводгоспу України (протокол від 05.05.05 №24)
Внесений	Науково-технічним відділом ВАТ “Укрводпроект”
Затверджений	Наказом ВАТ “Укрводпроект” від 27 липня 2004 р. № 20-0 та введено в дію з 1 листопада 2004 р.
Вводиться вперше	

ВСТУП

Посібник “Проектування реконструкції польдерних систем з урахуванням захисту населених пунктів і сільгоспугідь від повеней та паводків” розроблено у розвиток ДБН В.2.4-1-99 «Меліоративні системи та споруди» у зв'язку з необхідністю встановлення додаткових вимог, які доповнюють вимоги ДБН В.2.4-1-99 щодо проектування польдерних систем.

Викладено особливості проектування, будівництва нових і реконструкції наявних польдерних систем.

Положення цього посібника поширюються на проектування будівництва нових і реконструкцію наявних річкових, рівнинних польдерних систем і розроблені в розвиток ДБН В.2.4-1 з урахуванням вимог СНиП 2.06.01, СНиП 2.04.02, СНиП 2.06-06, СНиП 2.06.15, НТД 33.63.074 та інших нормативних документів, на які є посилання в тексті.

Посібник враховує особливості проектування польдерних систем і не містить вимог до розробки меліоративних та інших заходів, які наводяться в діючих нормативних документах.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Польдерна система являє собою комплекс взаємопов'язаних споруд, будівель і пристроїв, призначених для регулювання водного режиму на землях, що зазнають періодичного або постійного затоплення або підтоплення водами річок, озер або водосховищ.

1.2 Необхідність захисту територій від природних затоплень визначається потребою і ступенем використання цих територій під сільськогосподарські угіддя або під забудову.

Доцільність захисту територій при техногенних затопленнях визначається при розробці проектів водогосподарських об'єктів різного призначення.

1.3 При проектуванні польдерних систем повинні бути комплексно вирішені такі основні завдання:

- захист територій від затоплення і підтоплення залежно від їх функціонального використання;

- відведення поверхневих і ґрунтових вод;

- перехоплення поверхневих і ґрунтових вод, що притікають з розміщеної вище території;

- забезпечення необхідного водного режиму на території, що захищається;

- створення умов для високопродуктивного сільськогосподарського використання земель, створення сприятливих умов для проживання населення;

- дотримання вимог охорони природи.

1.4 Проектування меліоративних заходів на польдерних системах виконується відповідно до вимог ДБН В.2.4-1 и НТД 33.63.

1.5 Клас гідротехнічних споруд меліоративних систем призначається відповідно до вимог ДБН В.2.4-1 і СНиП 2.06.01.

1.6 При захисті від затоплення сільськогосподарських угідь, забудованих або тих, що підлягають забудові територій у межах польдерної системи, класи постійних захисних споруд необхідно визначати згідно з вимогами СНиП 2.06-15 і СНиП 2.06.01.

При захисті від затоплення промислових і сільськогосподарських підприємств необхідно враховувати також вимоги СНиП II і ДБН Б.2.4-3.

1.7 При захисті від затоплення території польдера, на якій розміщені об'єкти різних класів, слід розглянути можливість локального захисту об'єктів з вищим класом.

Якщо техніко-економічним обґрунтуванням встановлено недоцільність локального захисту, то клас інженерного захисту всієї території встановлюється більш високий.

1.8 Порядок і стадійність розробки проектної документації встановлюються згідно з положеннями ДБН А.2.2-3 залежно від технічної та екологічної складності, вартості будівництва (реконструкції) об'єкта.

Визначення складності об'єкта належить до компетенції інвестора (замовника) і проектної організації.

При розробці проектної та робочої документації потрібно керуватися вимогами ДСТУ Б А.2.4-4.

2 ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Для проектування польдерних систем, осушуваних за допомогою механічного водопідйому, потрібні такі вихідні дані.

На стадії техніко-економічного обґрунтування:

- топографічна карта водозбору польдерної системи масштабу 1:25000;
- геолого-літологічна і гідрогеологічна карти масштабу 1:25000;
- гідрографічний опис водоприймача і дані про гідрологічний режим водоприймача;
- гідрогеологічний, гідрологічний і гідрометеорологічний опис масиву, що меліорується;
- характеристика сучасного сільськогосподарського використання земель масиву, що меліорується.

На стадії проекту і робочого проекту:

- * дані інженерно-геодезичних вишукувань на масиві, що меліорується, відповідно до вимог ВСН 33-2.1.07;
- * дані ґрунтово-меліоративних вишукувань на масиві, що меліорується, які виконуються відповідно до вимог ВСН 33.2.1.02 і СНиП 1.02.07;
- * ботаніко-культуртехнічна карта масштабу 1:5000;
- * дані гідрогеологічних та інженерно-геологічних вишукувань, що виконуються відповідно до вимог СНиП 1.02.07 і ВСН 33.2.1-05;
- * дані гідрометеорологічних вишукувань і гідрологічних розрахунків, що виконуються відповідно до вимог СНиП 2.01.14 і ВСН 33.2.1.10;
- * поздовжні і поперечні профілі гідрографічної та дорожньої мережі і споруд на ній.

2.2 Додаткові вимоги до проведення вишукувань для складання проектів (робочих проектів) реконструкції польдерних систем наводяться в розділі 9.

3 ОСНОВНІ ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ

3.1 Необхідність обвалування масиву, що меліорується, визначається площею, тривалістю і строками затоплення, проектованим використанням земель, техніко-економічними розрахунками.

3.2 Площі, тривалість і строки затоплення земель визначаються по топографічних картах з урахуванням гідрологічного режиму водоприймача.

3.3 На підставі техніко-економічних обґрунтувань встановлюються межі польдерної системи, траси і конструкція дамб, місцезнаходження, тип, продуктивність і режим роботи насосних станцій (однієї або кількох), елементи захисних і провідних каналів.

3.4 З урахуванням проектного сільськогосподарського використання земель і типу водного живлення встановлюються параметри і конструкція регулювальної осушувальної (осушувально-зволожувальної) мережі.

3.5 На підставі прийнятих проектних рішень розробляється проектно-кошторисна документація відповідно до вимог діючих нормативних документів.

3.6 Особливості обґрунтування необхідності реконструкції, а також проектування реконструкції польдерних систем наводяться в розділі 9.

4 КЛАСИФІКАЦІЯ ПОЛЬДЕРНИХ СИСТЕМ

4.1 За способом відведення води з осушуваної території польдерні системи поділяються на системи з механічним водовідведенням, самопливні та системи, що поєднують самопливне і машинне водовідведення залежно від рівня води у водоприймачі.

4.2 Залежно від місцезнаходження розрізняють:

заплавні польдери, коли обваловуються заплавні землі;

низинні польдери, коли обваловуються приозерні землі і мілководдя водосховищ.

4.3 Польдерні системи залежно від конструктивних рішень и обумовленого ними гідрологічного режиму, створюваного на обвалованій території, підрозділяються на два типи: незатоплювані (зимові) і затоплювані (літні) польдери.

Зимові польдери захищаються дамбами, що виключає затоплення при річних максимальних витратах води розрахункової забезпеченості у водоприймачі.

Літні польдери захищаються дамбами, що затоплюються в період весняної повені, але які захищають обваловані землі від затоплення максимальними паводками вегетаційного періоду розрахункової забезпеченості.

4.4 Низинні та заплавні польдери проектують, як правило, незатоплюваними (зимовими) незалежно від сільськогосподарського використання земель.

4.5 Затоплювані (літні) польдери допускається проектувати на річкових заплавах у таких випадках:

максимальні рівні весняної повені перевищують максимальні рівні літньо-осінніх паводків;

обваловані землі передбачається використовувати під культури, тривалість весняного затоплення якої перевищує допустиму;

на території польдера відсутні житлові та виробничі будівлі;

необхідно зберігати заплавність з екологічного погляду (наприклад, місця нересту риби).

4.6 Якщо є потреба у зволоженні сільськогосподарських культур, вирощуваних на польдерах, необхідно проектувати осушувально-зволожувальні або осушувально-зрошувальні польдерні системи. З метою раціонального використання водних ресурсів і зменшення забруднення водоприймачів дренажними водами в проекті слід розглядати технічну можливість та економічну доцільність влаштування польдерних водооборотних систем з акумуляцією дренажного стоку в ставах (водосховищах) і його подальшим використанням для зволоження.

5 СКЛАДОВІ ЕЛЕМЕНТИ ТА ПРИНЦИПОВІ СХЕМИ ПОЛЬДЕРНИХ СИСТЕМ

5.1 До складу польдерної системи входять такі елементи:

зовнішні захисні дамби, які захищають польдер від затоплення паводковими водами водоприймачів;

внутрішні роздільні дамби, що запобігають затопленню ділянок польдера у випадку прориву зовнішньої захисної дамби і забезпечують у весняних польдерах диференційоване скорочення тривалості затоплення окремих ділянок;

споруди в дамбах: зовнішніх захисних – водовипуски для самопливного скидання надлишкових вод і водовпуски для подачі води на зволоження; внутрішніх роздільних – трубчасті перепуски для транспортування води до скидних споруд;

водовідвідний канал, що з'єднує насосну станцію з водоприймачем;

насосні станції осушувальні для відкачування поверхневих і дренажних вод і зрошувальні для подачі води на систему;

споруди електропостачання, зв'язку і автоматики;

регулювальний басейн при насосній станції, який влаштовується для вирівнювання режиму роботи насосних агрегатів;

магістральний канал, провідна і регулювальна мережа (осушувальна і зволожувальна) зі спорудами на них;

зрошувальна мережа з дощувальними машинами і установками;

захисні нагірні та ловильні канали (дрени), що перехоплюють поверхневі та ґрунтові води, які надходять на польдер з прилеглих площ;

водосховище (став) для акумуляції місцевого стоку і накопичення запасів води для їх використання для підґрунтового зволоження і зрошення;

пристрої для контролю за водним режимом осушуваної території;

природоохоронні споруди;

дороги і дорожні споруди;
експлуатаційні споруди та житлово-побутові будинки.

Залежно від конкретних умов польдерна система може включати всі або тільки частину зазначених вище елементів, за винятком зовнішньої захисної дамби, яка завжди входить до її складу.

5.2 Конструкція польдерної системи визначається природними умовами об'єкта меліорації, його сільськогосподарським використанням, вимогами інших галузей господарства і охорони природи. Принципові схеми польдерних систем для різних умов наводяться на рисунках 5.1-5.9.

5.3 Вибір технічного рішення польдерної системи слід здійснювати на підставі порівняння техніко-економічних показників конкуруючих варіантів.

5.4 На довгих і вузьких заплавних польдерах, щоб запобігти заглибленню нижньої частини магістрального каналу, необхідно розглядати варіанти будівництва декількох насосних станцій, розміщених послідовно на одному магістральному каналі або влаштованих окремо на паралельних магістральних каналах (рисунки 5.1, 5.2). В останньому випадку провідну мережу окремих насосних станцій рекомендується з'єднувати між собою каналом.

5.5 Для забезпечення незалежного регулювання водного режиму по окремих ділянках, що мають різні сівозміни, необхідно розглянути доцільність будівництва головної та ділянкових насосних станцій (рисунок 5.3).

5.6 У випадку, коли масив, що підлягає осушенню, перетинається великою притокою основного водоприймача, рекомендується влаштування двох польдерів, осушення яких може здійснюватися окремими насосними станціями, або однією з улаштуванням дюкера під водотоком (рисунок 5.4).

5.7 У заплавах рівнинних річок, де територія, що підлягає меліорації, за умовами пропускання паводкових вод не може бути вся захищена незатоплюваними дамбами, рекомендується влаштовувати суміщений польдер, який включає незатоплюваний і затоплюваний, які можуть бути об'єднані в одну систему (рисунок 5.5). Затоплюваний польдер у разі потреби можна поділити внутрішніми дамбами на окремі ділянки, з урахуванням тривалості затоплення і характеру сільськогосподарського використання.

5.8 На заплавах з великим поздовжнім уклоном доцільним є влаштування самопливних польдерів з незамкнутими захисними дамбами, які верхнім кінцем прилягають до надзаплавної тераси (рисунок 5.6).

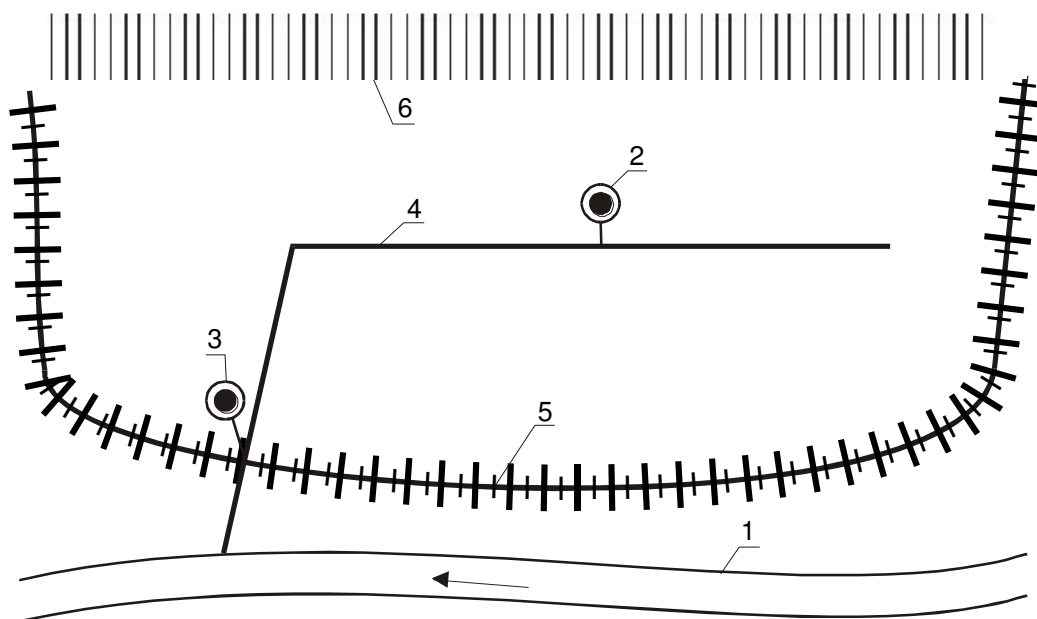


Рисунок 5.1 - Принципова схема заплавного польдера з двома послідовно розміщеними насосними станціями:

1 - водоприймач; 2 - насосна станція першого підйому; 3 - насосна станція другого підйому; 4 - магістральний канал; 5 - захисна дамба; 6 - надзаплавна тераса

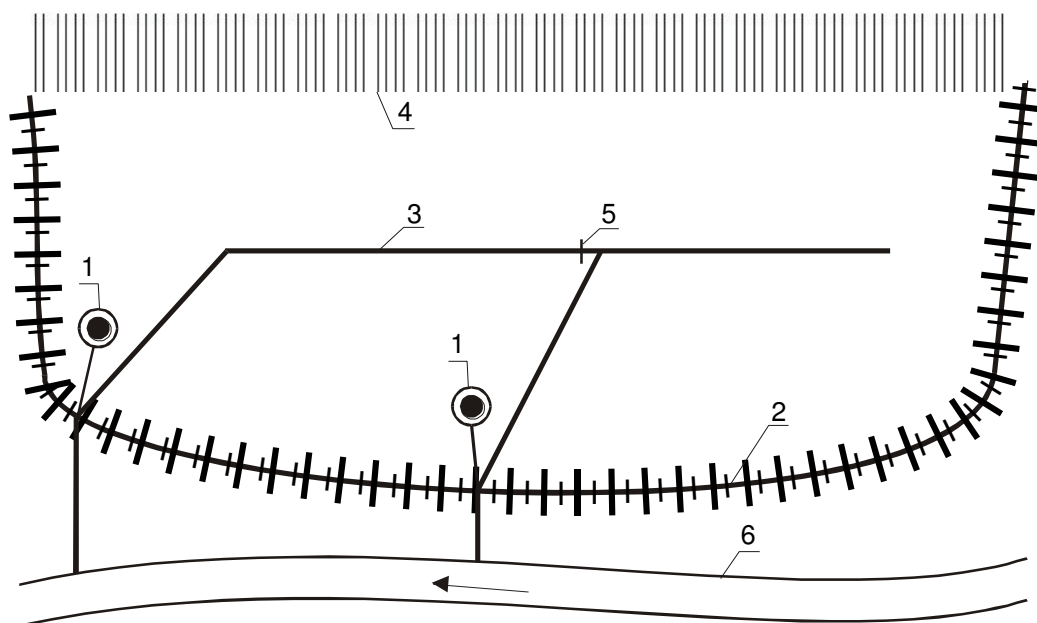


Рисунок 5.2 - Принципова схема заплавного польдера з двома окремими насосними станціями:

1 - насосні станції; 2 - захисна дамба; 3 - магістральний канал; 4 - надзаплавна тераса; 5 - регулювальна споруда; 6 - водоприймач

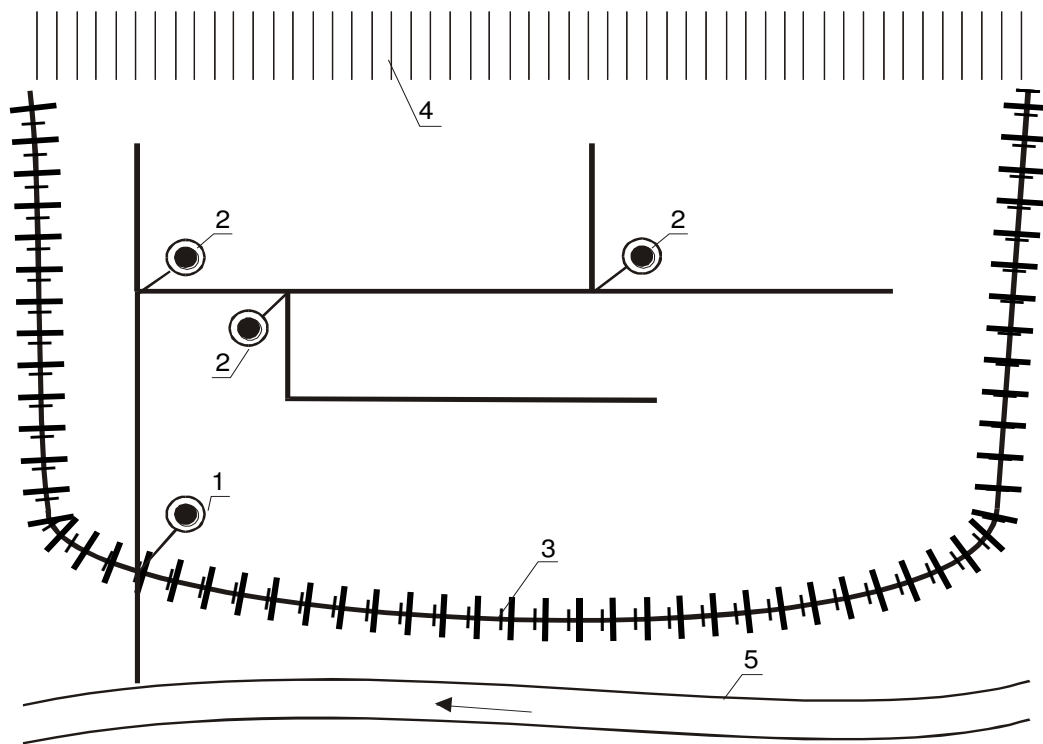
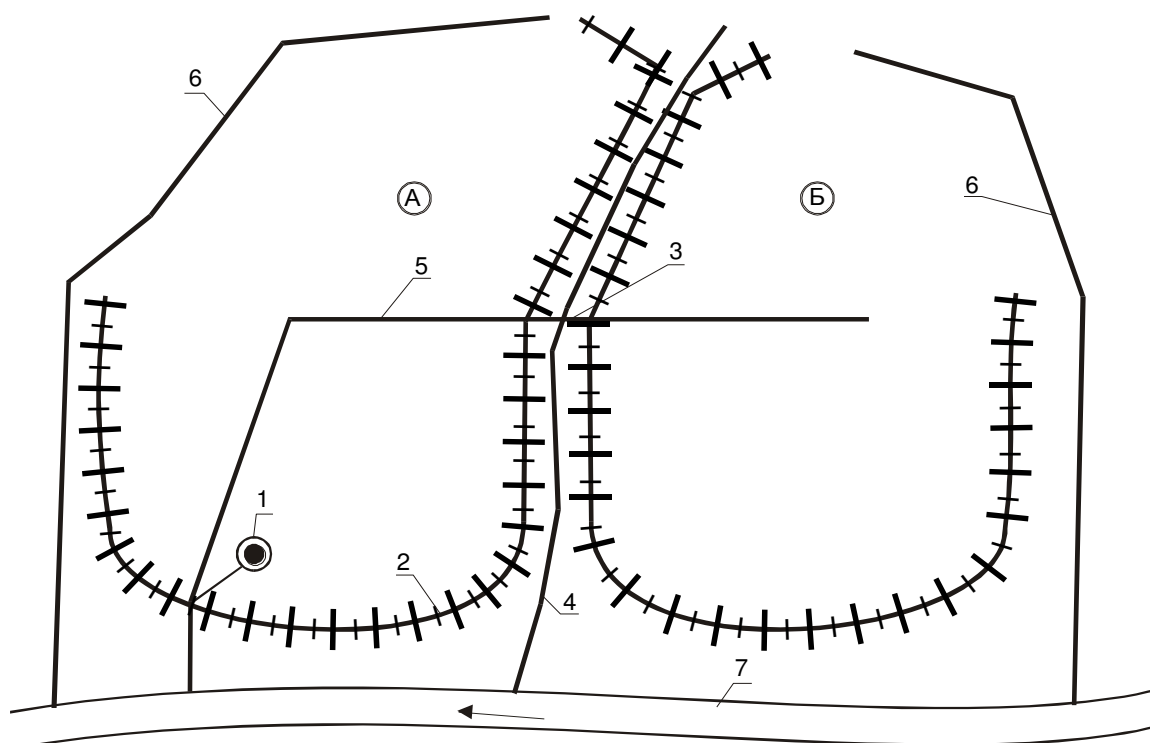
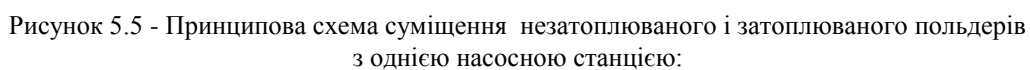


Рисунок 5.3 - Принципова схема польдера з ділянковими насосними станціями двосторонньої дії:
 1 - головна насосна станція; 2 - ділянкові насосні станції; 3 - захисна дамба; 4 - надзаплавна тераса;
 5 - водоприймач



5.4 - Принципова схема двох заплавних польдерів (А і Б) з однією насосною станцією:

1 - насосна станція; 2 - захисні дамби; 3 - дюкер; 4 - водотік; 5 - магістральний канал; 6 - захисні канали; 7 - водоприймач



1 - незатоплювані захисні дамби; 2 - затоплювані дамби; 3 внутрішні дамби; 4 - насосна станція; 5 - магістральний канал; 6 - провідні канали; 7 регулювальні споруди з трубчастими переїздами; 8 - водовипуски двосторонньої дії; 9 - регулювальна мережа; 10 - скидний канал; 11 - водозлив-проріз; 12 - рибозахисний пристрій; 13 - водоприймач; 14 - надзаплавна тераса

9

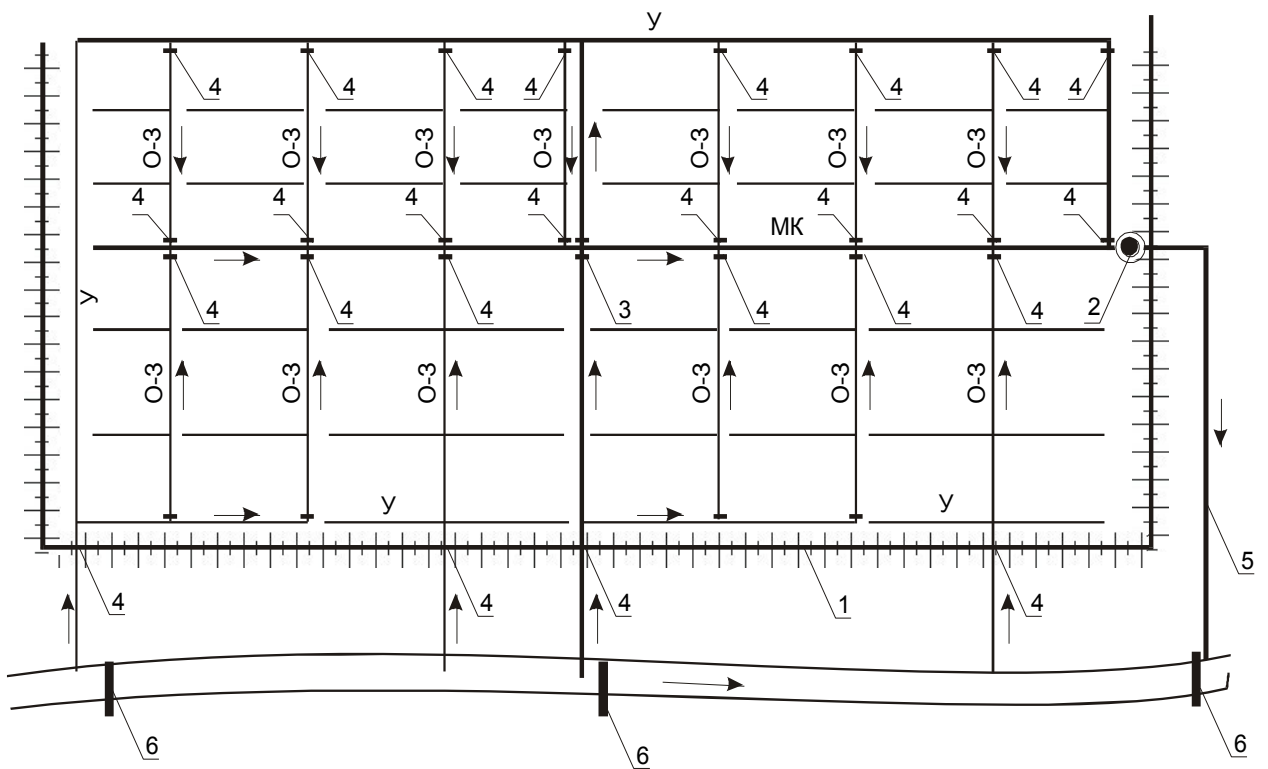


Рисунок 5.8 - Принципова схема автоматизованої польдерної осушувально-зволожувальної системи із застосуванням гідроавтоматів в умовах вузької заплави;

1 - захисна дамба; 2 - насосна станція; 3 - дюкер; 4 - автоматизовані регулятори гідравлічної дії; 5 - скидний канал; 6 - шлюз на річці; МК - магістральний осушувальний канал; О-3 - осушувально-зволожувальні канали; 3 - зволожувальні канали

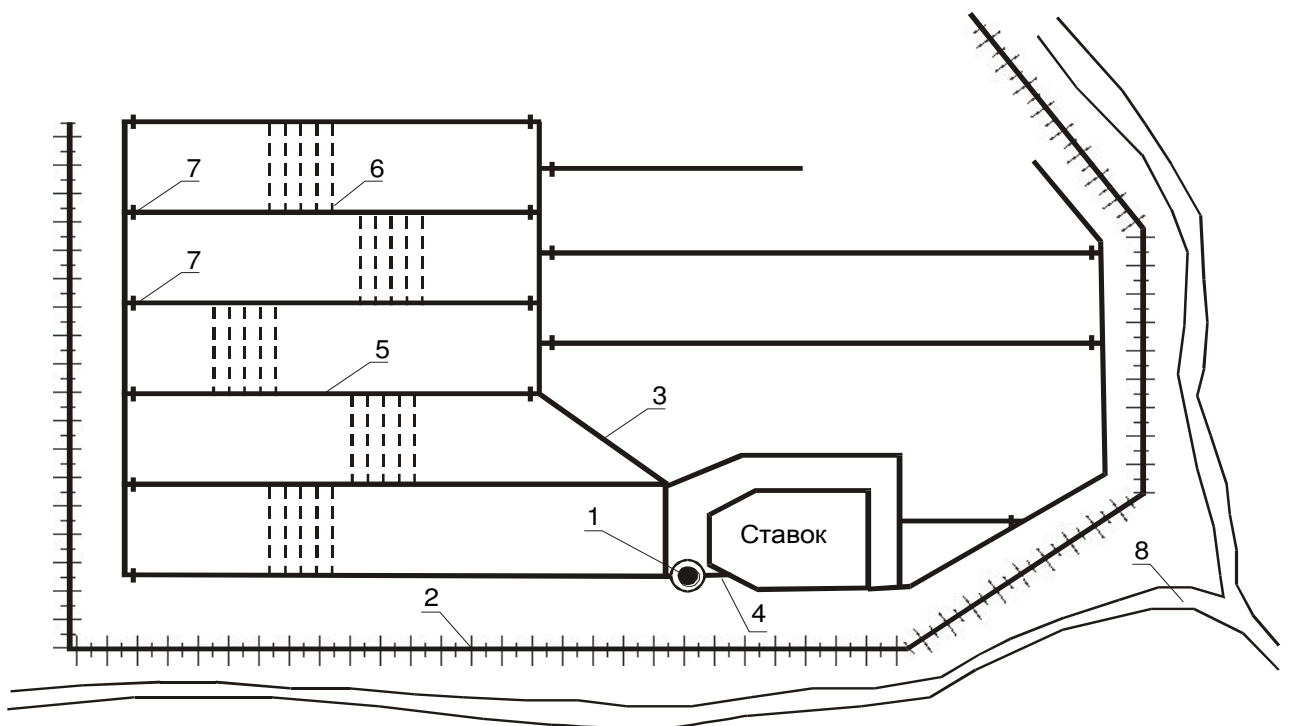


Рисунок 5.9 - Принципова схема польдерної водооборотної осушувально-зволожувальної системи:

1 - насосна станція; 2 - захисна дамба; 3 - магістральний канал; 4 - скидний канал; 5 - осушувальні канали; 6 - дренажно-зволожувачі; 7 - водорегулювальні споруди; 8 - річка-водоприймач

5.9 Принципова схема затоплюваного (літнього) польдера наводиться на рисунку 5.7.

5.10 Осушувально-зволожувальні польдерні системи слід проектувати з автоматизованим регулюванням водного режиму за допомогою гідроавтоматів і програмованого режиму відкачування. Осушувані території, забезпечені гідроавтоматами, рекомендується поділити на модульні ділянки з незалежним підведенням води, а відстань між осушувальними і зволожувальними каналами другого порядку призначати з розрахунку створення оптимальних полів сівозміни.

5.11 При проектуванні польдерних осушувально-зволожувальних систем на малих річках з вузькими заплавами рекомендується схема, наведена на рисунку 5.8. Магістральний осушувальний канал у цьому випадку доцільно прокладати вздовж захисної дамби, а зволоження здійснювати по зволожувальних каналах від верхніх б'єфів шлюзів, які влаштовують на річці. Керування водним режимом виконується за рахунок перепаду рівнів за допомогою регуляторів верхнього і нижнього б'єфа.

5.12 В умовах дефіциту водних ресурсів рекомендується проектувати польдерні водоборотні осушувально-зволожувальні або осушувально-зрошувальні системи (рисунок 5.9).

5.13 Оптимальну площу польдера, яка обслуговується однією насосною станцією, слід визначати на підставі техніко-економічних розрахунків з урахуванням зони впливу насосної станції, заглиблення каналів, можливості оперативного впливу насосної станції на водний режим обвалованої ділянки.

5.14 Проотипаводкові польдери влаштовуються на рівнинних і передгірських ділянках річок.

Під час проходження паводка використовуються як тимчасові водосховища для регулювання паводкового стоку. Після проходження паводка водосховище спрацьовується, а територія використовується за своїм сільськогосподарським призначенням.

5.15 При проектуванні польдерних осушувальних систем необхідно враховувати гранично допустимі скиди (ГДС) шкідливих речовин. Скидання вод з вмістом шкідливих речовин понад ГДС не допускається.

Для його зменшення необхідно влаштовувати ставки біологічного очищення. При проектуванні цих ставків слід дотримуватися вимог СНиП 2.04.03 та «Методических рекомендаций по проектированию биологических прудов».

6 ПАРАМЕТРИ ОСНОВНИХ СПОРУД ПОЛЬДЕРНОЇ СИСТЕМИ

6.1 Захисні дамби

6.1.1 При проектуванні захисних дамб слід дотримуватись вимог СНиП 2.06.01, СНиП 2.06.15, СНиП 2.06.04, СНиП 2.06.05, СНиП 2.02.02, статей 80 і 88 Водного кодексу України і цього розділу.

6.1.2 За характером роботи захисні дамби підрозділяються на незатоплювані (дамби зимових польдерів) і затоплювані (дамби літніх польдерів).

6.1.3 Клас захисних дамб встановлюється згідно з вимогами 1.5-1.7 цього посібника.

Розміщення дамб у плані

6.1.4 Розміщення дамб заплавних польдерів у плані визначається на підставі гідрологічних і гідравлічних розрахунків водотоків з урахуванням інженерно-геологічних, топографічних умов та вимог охорони навколишнього середовища.

6.1.5 Захисні дамби заплавних польдерів необхідно розміщувати з використанням, якщо можна, прируслових валів і підвищених ділянок заплави. При цьому слід уникати місцевих знижень, ділянок з несприятливими геологічними умовами (мулисті ґрунти, сапропелі), ями, старорічища доцільно залишати з боку річки.

Початок і кінець траси дамби повинні розміщуватися на стійких слабдеформівних природних або зарегульованих ділянках русел зі стабільним русловим процесом.

6.1.6 На заболочених територіях траси дамб доцільно прокладати в місцях з найменшою потужністю торфу.

6.1.7 Відстань від основи дамби до водоприймача слід призначати з урахуванням вимог землекористувачів, водоспоживачів і органів охорони природи, при цьому вона повинна бути не менше ширини прибережної захисної смуги.

6.1.8 У випадку обвалування річки з обох боків дамби слід проектувати, якщо є можливість, паралельно і на прямих ділянках розміщувати на однакових відстанях від осі стійкого в плані русла.

6.1.9 Дамби повинні забезпечувати створення у плані плавного потоку річки. У випадку звивистого русла річки радіуси заокруглень R_z м, осі стійкого русла рекомендується визначати за формулами:

$$R_0 = 45R^3\sqrt{B} - B, \quad (6.1)$$

$$R_0 = 100R^{1.5}, \quad (6.2)$$

де R – гідравлічний радіус поперечного перерізу при пропусканні руслотвірної витрати, м;

B – ширина русла по урізу води при пропусканні руслотвірної витрати, м.

За розрахунковий радіус приймається найбільший.

У разі потреби допускається часткове випрямлення русла.

6.1.10 Розрахунки загальної та місцевої стійкості русел річок, проектування регуляційних споруд для стабілізації ложа річки виконуються з урахуванням вимог ВБН 2.4-33-2.3-03.

На ділянці річки, де влаштовується польдер, обов'язково провадиться вивчення руслоформуючих процесів.

6.1.11 Відстань між дамбами і водоприймачем (річкою) як при однобічному, так і при двобічному обвалуванні призначається на підставі гідравлічних розрахунків і техніко-економічного порівняння варіантів (додаток В).

Розрахунок виконують для характерних створів:
 на початку і в кінці обвалованої ділянки;
 в місцях впадання приток, які збільшують розрахункові витрати основного русла більше ніж на 10% (вище і нижче впадання притоки);
 при рівномірному наростанні водозбору – при збільшенні витрати річки на 20%;
 в місцях різкої зміни поздовжніх уклонів;
 на початку і в кінці ділянки захисту населених пунктів.
 Коефіцієнти шорсткості заплави і русла слід визначати за даними натурних спостережень або згідно з ДБН В.2.4-1.

6.1.12 При обвалуванні земель, що захищаються від затоплення і підтоплення при створенні водосховищ, розміщення дамб у плані та їх конструкції встановлюються при розробці проектів на будівництво водосховищ.

Параметри дамб

6.1.13 Перевищення гребеня дамб над розрахунковими рівнями води слід визначати з урахуванням стиснення потоку річки захисними дамбами.

6.1.14 Відмітку гребеня незатоплюваних дамб слід визначати для двох розрахункових випадків (основного – за формулою 6.3 и перевірного – за формулою 6.4), при цьому розрахункова забезпеченість максимальних рівнів води у водоприймачі приймається залежно від класу споруд відповідно до вимог СНиП 2.01-14.

6.1.15 Для основного розрахункового випадку відмітку гребеня H_G , м, незатоплюваної дамби слід визначати за формулою

$$H_G = H_0 + \Delta h + h_H + a, \quad (6.3)$$

для перевірного розрахункового випадку – за формулою

$$H_G = H_{II} + \Delta h_I + h_{HI}, \quad (6.4)$$

де H_0 і H_{II} – рівні води у водоприймачі при основному і перевірному випадках пропускання максимального паводка (весняного або літньо-осіннього), м;

Δh , Δh_I – висота вітрового нагону води у водоприймачі при основному і перевірному випадках, м;

h_H , h_{HI} – висота накату води на дамбу при основному і перевірному випадках;

a – величина запасу, дорівнює 0,5 м.

З одержаних значень приймається найбільше.

6.1.16 Відмітку гребеня H_G , м, затоплюваних (літніх) дамб слід визначати за формулою

$$H_G = H_P + \Delta h + h_H + a_I \quad (6.5)$$

де H_P – максимальний рівень води літньо-осіннього паводка розрахункової забезпеченості. При використанні земель під сінокоси і пасовища рекомен-

дується приймати рівень води 10%-ної забезпеченості, при використанні під пасовища – 5%-ної забезпеченості;

Δh і h_H – відповідно висоти вітрового нагону і накату води на укіс дамби для рівня розрахункової забезпеченості;

a_I – величина запасу, дорівнює 0,3 м.

6.1.17 Висоту нагону і накату вітрової хвилі, розрахункові характеристики вітру слід визначати відповідно до СНиП 2.06.04*. Для обдернованих укосов дамб характерний розмір шорсткості $r/h_{1\%}$ приймається: при визначенні K_r – 0,02-0,03 м, при визначенні K_p – 0,001 м.

6.1.18 Для судноплавних річок слід визначати висоту накату суднової хвилі (за СНиП 2.06.04*) і порівнювати її з висотою накату вітрової хвилі, приймаючи для визначення відмітки гребеня дамби найбільше значення.

6.1.19 Поздовжній уклон гребеня дамби приймається рівним уклону вільної поверхні води в обвалованому руслі (озері, водосховищі) при пропусканні максимальних розрахункових витрат.

6.1.20 Гребінь роздільної (внутрішньої) дамби польдера слід приймати горизонтальним. Його відмітка для незатоплюваного польдера повинна бути рівною відмітці гребеня захисної дамби в місці прилягання до неї без урахування висоти вітрового нагону і накату хвилі на укіс, для затоплюваного польдера – нижче гребеня захисної дамби на висоту водозливу-прорізу.

6.1.21 Ширину гребеня захисних дамб слід установлювати залежно від умов виконання робіт і експлуатації, але не менше 3,0 м.

6.1.22 Гребінь дамби повинен бути спрофільований з уклоном 0,05 по обидва боки від осі дамби.

6.1.23 Для дамб польдерних систем, як правило, повинен застосовуватись місцевий ґрунт, який відповідає вимогам ДБН В.2.4-1 і СНиП 2.06.05.

6.1.24 Для відсіпання дамб в першу чергу повинні використовуватися ґрунти з розроблюваних каналів і виїмок. При недостатності їх об'ємів ґрунт береться з резервів із зовнішнього боку дамб, які розміщуються на відстані, що виключає можливість порушення стійкості укосу дамби. Використання ґрунту з русла і берегів обвалованої річки допускається тільки з дозволу органів рибнагляду і охорони природи.

6.1.25 При виборі ґрунту для тіла дамб необхідно керуватися такими положеннями: найкращим є використання одного виду ґрунту (суглинистого, супіщаного або піщаного);

використання двох або трьох видів ґрунтів для відсіпання насипу є можливим при відповідному обґрунтуванні;

будівництво дамб з глини є доцільним у випадку, коли неможливо або економічно недоцільно використовувати інші мінеральні ґрунти;

6.1.26 Дамби висотою до 3 м, траси яких проходять по торф'яному родовищу, допускається зводити з торфу зі ступенем розкладу 50% і більше, заторфованих ґрунтів і

торфо-мінеральних сумішей. Вищі дамби при використанні торф'яних ґрунтів повинні виконуватися з покриттям укосів і гребеня захисним шаром з мінерального ґрунту товщиною не менше 0,5 м.

6.1.27 Закладання укосів дамб з напором до 3 м з мінеральних ґрунтів необхідно визначати за таблицею 6.1. При напорі понад 3 м закладання укосів дамб з мінеральних ґрунтів слід визначати відповідно до СНиП 2.06.05.

Таблиця 6.1

Ґрунти дамб	Закладання укосів дамб		
	зовнішній укіс	внутрішній укіс	
		незатоплюваних дамб	затоплюваних дамб
Глинисті	1,5-2,5	1,5-2,5	2,5-3,0
Піщані	2,0-3,0	1,5-3,0	3,0-4,0
Торф'яні	2,5-3,0	2,0-2,5	3,0-4,0

6.1.28 При проектуванні дамб на основі з біогенних ґрунтів прийняті значення закладення укосів уточнюються з урахуванням будівельної оцінки основи відповідно до 6.1.40-6.1.48.

6.1.29 Основний вид кріплення дамб заплавних польдерів – біологічний (обдернування, сіяння багаторічних трав). Засівання травами укосів і гребеня дамб з мінеральних ґрунтів необхідно передбачати по шару гумусованого ґрунту з вмістом гумусу не менше 2 %. Товщина шару для внутрішніх укосів і гребеня незатоплюваних дамб повинна бути 5-10 см, для зовнішнього укосу і поверхні затоплюваних дамб – 15-20 см. Перед сіянням травосуміші необхідно вносити мінеральні добрива. Склад травосумішей, норми висівання і внесення добрив призначаються за рекомендаціями зональних науково-дослідних організацій.

6.1.30 Кріплення укосів обдернуванням слід передбачати в найбільш небезпечних місцях розмивання, переливання води на затоплюваних дамбах, а також при виконанні робіт, пов'язаних з кріпленням в кінці вегетаційного періоду.

6.1.31 Капітальні типи кріплень дамб слід передбачати при тривалих льодових і хвилювих впливах на них з урахуванням розрахункових навантажень відповідно до вимог СНиП 2.06.04* і СНиП 2.06.05.

6.1.32 Проектну щільність ρ_g , т/м³, тіла дамби з мінерального ґрунту (щільність сухого ґрунту) слід визначати за формулою

$$\rho_g = 0,95 \cdot \rho_{\max}, \quad (6.6)$$

де ρ_{\max} – щільність сухого ґрунту, що відповідає максимальній щільності ґрунту при оптимальній вологості при стандартному ущільненні згідно з ГОСТ 22733, т/м³;

Для торф'яних ґрунтів проектна щільність визначається при стандартному ущільненні при оптимальній вологості ω_0 , %,

$$\omega_0 = 0,8 \omega_L,$$

де ω_L – границя текучості ґрунту (торфу), %.

Проектна щільність уточнюється при експериментальному ущільненні ґрунтів у виробничих умовах із застосуванням передбачених для ущільнення механізмів.

Особливості проектування дамб на основі з біогенних ґрунтів і мулів

6.1.33 Захисні дамби польдерних систем у разі потреби допускається зводити на будь-яких різновидах біогенних ґрунтів (заторфованих, торфах, сапропелях) та мулах.

6.1.34 Рекомендовані конструкції захисних дамб з напором до 3 м, що зводяться на основах з біогенних ґрунтів і мулів, наводяться на рисунку 6.1.

6.1.35 Вибір конструктивного рішення дамби повинен здійснюватися на підставі техніко-економічного розрахунку з урахуванням специфіки геологічних і гідрогеологічних умов будівництва, фізико-механічних і фільтраційних властивостей біогенних ґрунтів і мулів, підстильних мінеральних ґрунтів, умов виконання робіт, способу зведення (відсіпання ґрунту "насухо" або у воду) з видаленням або без видалення біогенних ґрунтів основи.

6.1.36 На торф'яниках, що підстиляються більш водопроникними ґрунтами, при видаленні торфів слід залишати шар не менше 0,5 м виходячи з умови забезпечення загальної та фільтраційної стійкості основи і споруди.

6.1.37 У випадку, якщо потрібно перетнути дамбою русла річок, ручаїв і старорічищ, які проходять в біогенних ґрунтах і мулах, необхідно передбачати уположування берегів до уклонів не більше ніж 1:5.

6.1.38 Захисні дамби з напором понад 3 м, що зводяться на біогенних ґрунтах і мулах, слід проектувати з урахуванням вимог СНиП 2.06.05 і цього посібника.

6.1.39 Осідання поверхні основи слід визначати за кількома вертикалями з урахуванням потужності та виду ґрунтів основи і насипу.

6.1.40 Кінцеве осідання поверхні основи S , м, визначається як сумарне кінцеве осідання окремих шарів s_i ґрунтової товщі у межах залягання біогенних ґрунтів і мулів за залежністю

$$S = \sum_{i=1}^{i=n} s_i, \quad (6.7)$$

де s_i – кінцеве осідання окремих шарів ґрунту, виділених в товщі основи, м.

6.1.41 Розбивка основи на шари здійснюється згідно з даними інженерно-геологічних вишукувань з урахуванням сталості у межах кожного шару коефіцієнтів пористості, модулів деформації або модулів осідання ґрунту. При значній товщині однорідних шарів у них виділяють горизонтальні шари товщиною не більше $(0,5-1)b$, де b – ширина дамби по гребеню.

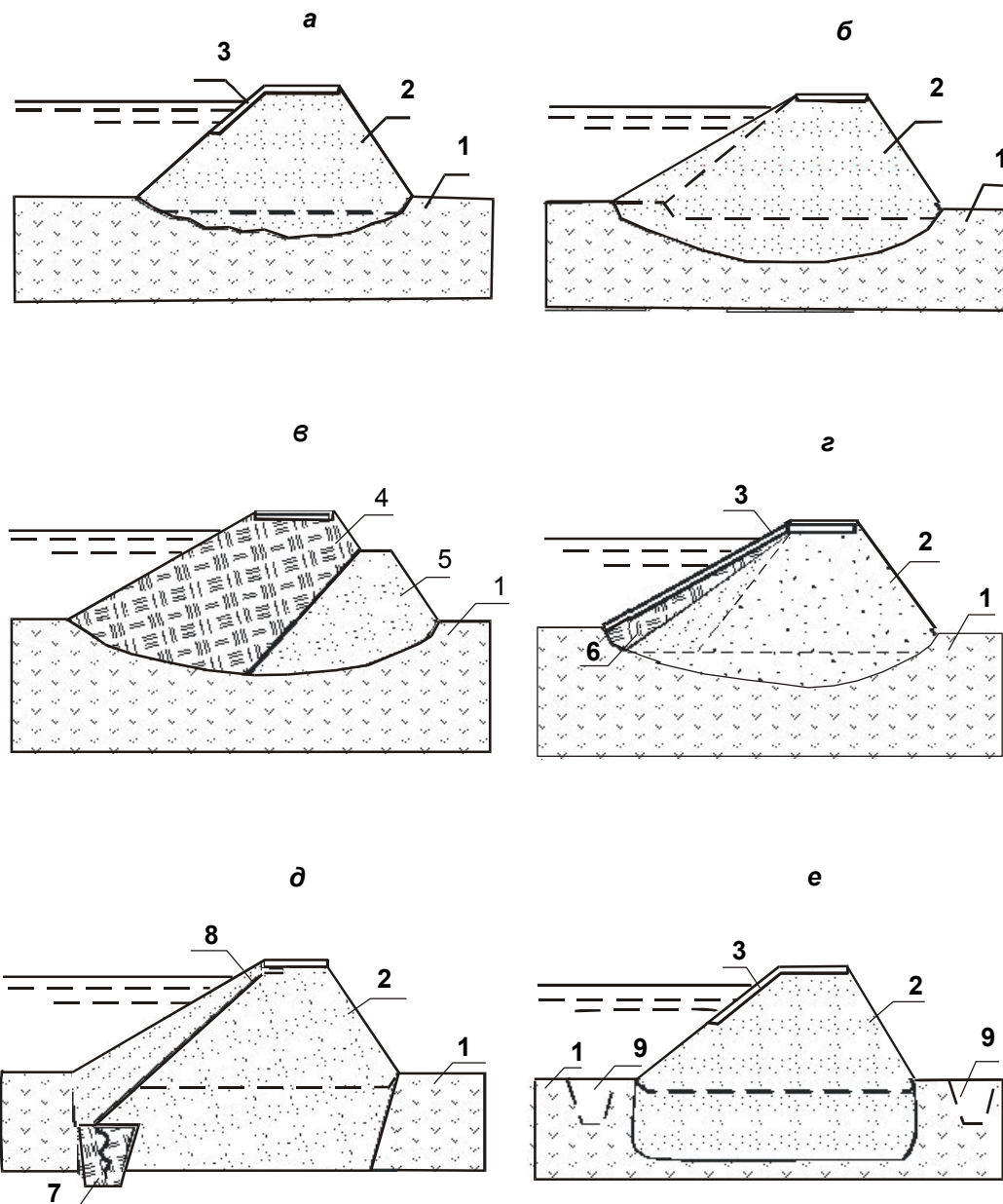


Рисунок 6.1 - Види земляних насипних дамб на основі з біогенних ґрунтів і мулів:

a - однорідна з нормальним профілем; *б* - однорідна з уположенням або хвилистийким укосом; *в* - неоднорідна; *г* - з ґрунтовим екраном; *д* - з екраном з полімерних матеріалів і видаленням біогенного ґрунту; *е* - однорідна для випадку заглиблення насипу на мінеральне дно без видалення біогенного ґрунту;

1 - біогенний ґрунт; 2 - тіло дамби; 3 - кріплення укосу; 4 - верхова протифільтраційна призма; 5 - низова призма; 6 - екран; 7 - зуб зі слабопроникного ґрунту; 8 - гнучкий екран з полімерної плівки; 9 - траншея

6.1.42 Кінцеве осідання окремих шарів основи s_i , м, по кожній з розрахункових вертикалей визначається за залежністю

$$s_i = h_i \frac{e_{0,i} - e_{z,i}}{1 + e_{0,i}}, \quad (6.8)$$

де h_i – потужність i -го шару ґрунту, м;

$e_{0,i}$ – початковий коефіцієнт пористості ґрунту (в природному стані) в середині i -го шару основи;

$e_{z,i}$ – коефіцієнт пористості ґрунту, що відповідає вертикальній напрузі $\sigma_{z,i}$ в середині i -го шару основи від навантаження p по осі дамби.

6.1.43 Коефіцієнт пористості $e_{z,i}$ визначається за компресійною кривою. При відсутності компресійних випробувань оцінка кінцевого осідання окремих шарів основи може виконуватися за формулою

$$s_i = 0,36 h_i \frac{e_{0,i} - 0,36}{1 + e_{0,i}} \lg 3,12 \sigma_{z,i} \sqrt{e_{0,i}}. \quad (6.9)$$

6.1.44 Напругу в основі дамб допускається визначати за методом теорії пружності, розглядаючи споруду у вигляді зовнішнього навантаження, прикладеного до основи. Для спрощення розрахунку вертикальних нормальних σ_z і максимальних дотичних τ_{\max} напруг в довільній точці основи складено таблиці 1-15 (додатки Г і Д) значень коефіцієнтів $\frac{\sigma_z}{p}$ і

$\frac{\tau_{\max}}{p}$, де p – навантаження на основу. Для визначення σ_z і τ_{\max} необхідно знайти $\frac{l_1}{b}$, $\frac{l_2}{b}$ і

$\frac{z}{b}$, $\frac{x}{b}$ (рисунок 6.2), за ними $\frac{\sigma_z}{p}$ і $\frac{\tau_{\max}}{p}$, і за відомим навантаженням p значення σ_z і τ_{\max} .

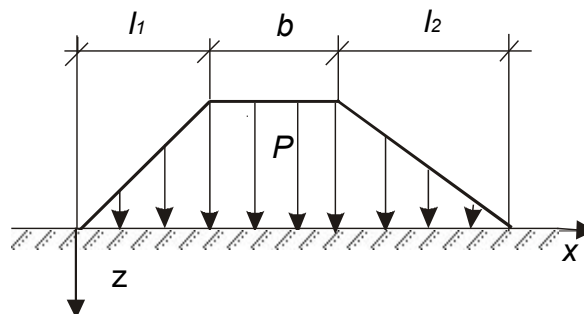


Рисунок 6.2 - Схема до визначення напруг в основі при дії на її поверхню трапецеїдального смугового навантаження

6.1.45 У випадку, якщо осідання поверхні основи S , яке визначається за залежністю (4.7), перевищить 5 % висоти насипу H_0 , тобто $S \geq 0,05 H_0$, необхідно врахувати навантаження від заглибленої в основу частини насипу (для частини насипу нижче рівня ґрунтових вод навантаження визначається з урахуванням гідростатичного зважування води). Розрахунок осідання здійснюється методом послідовного наближення до тих пір, поки різниця в осіданні при двох наближеннях не виявиться менше $0,05 H_0$. Приклад розрахунку осідання основи наведено в додатку Е).

6.1.46 Оцінка стійкості захисних дамб на біогенних ґрунтах і мулах виконується з урахуванням прогнозу зміни фізико-механічних властивостей біогенних ґрунтів і мулів у часі залежно від напружено-деформованого стану, обумовленого режимом зведення споруди.

6.1.47 Аналіз стійкості основи на будь-якій стадії будівництва здійснюється шляхом порівняння максимальних дотичних напруг, що виникають в будь-якій точці основи під впливом ваги насипу, з міцністю ґрунту в даній точці. При цьому повинна дотримуватись умова

$$\tau \geq \tau_{\max}, \quad (6.10)$$

де τ – сумарний опір біогенного ґрунту або мулу зсуву (без поділу на тертя і зчеплення), визначається за результатами випробування ґрунтів на зсув;

τ_{\max} – максимальна дотична напруга в точці, що розглядається.

6.1.48 Будівельна оцінка основи з погляду можливості використання біогенних ґрунтів і мулів як несучої основи виконується за значеннями τ_{\max} і сумарним опором зсуву τ , що зростає по мірі ущільнення ґрунтів основи від τ_0 в природному стані до τ_k в кінці ущільнення вагою насипу в точці основи, яка розглядається (таблиця 6.2).

Таблиця 6.2

Будівельна оцінка основи	Визначальна умова	Основний вид деформації ґрунту основи
Основа стійка при будь-якій інтенсивності зведення дамби	$\tau \geq \tau_{\max}$	Стиснення
Основа нестійка при швидкому зведенні дамби і стійка при зведенні з інтенсивністю, яка забезпечує поступове ущільнення і зміцнення ґрунтів	$\tau < \tau_{\max}$ $\tau \geq \tau_{\max}$	Зсув (видавлювання) – при інтенсивному зведенні, стиснення – при зведенні з розрахунковою інтенсивністю
Основа нестійка при будь-якій інтенсивності зведення. Зведення дамби може виявитися можливим при зміні її конструкції, повному або частковому видаленні слабких шарів	$\tau < \tau_{\max}$	Зсув (видавлювання)

Споруди в тілі дамб

6.1.49 В затоплюваних дамбах для безаварійного затоплення польдера весняною повинню необхідно передбачати шлюзи-регулятори або трубчасті водопропускні споруди, водозливи-прорізи та переливні дамби.

6.1.50 Водопропускні споруди можуть бути використані також для самопливного відведення паводкових вод з польдера і подачі води з водоприймача на польдер з метою зволоження осушуваних земель.

Залежно від передбаченого використання водопропускних споруд визначається місце їх розміщення в дамбах і висотне положення.

6.1.51 Розміри споруд для скидання паводкових вод із затоплюваних (літніх) польдерів слід визначати виходячи з розрахунку самопливного скидання води за розрахунковий період від відмітки порога водозливу-прорізу до середньої відмітки поверхні землі польдера.

Розрахункову скидну витрату $Q_{ш}$, м³/с, необхідно визначати за формулою

$$Q_{ш} = \frac{W_{ш}}{t_{ш}}, \quad (6.11)$$

де $W_{ш}$ – об'єм води, яка скидається з польдера, м³;

$t_{ш}$ – час, за який рівень води на польдері знижується від відмітки порога водозливу-прорізу до середньої відмітки поверхні землі (визначається з урахуванням графіка рівнів повені), с.

6.1.52 Мінімальну ширину водозливу-прорізу на літніх польдерах обчислюють за формулою витрати для незатопленого водозливу з широким порогом, в якому розрахункова витрата Q_p , м³/с, приймається як

$$Q_p = 2,5 \frac{W_g}{t_g}, \quad (6.12)$$

де W_g – об'єм води, потрібний для заповнення польдера від відмітки порога водозливу до відмітки гребеня дамби, м³;

t_g – час, за який рівень води підвищується від відмітки порога водозливу-прорізу до відмітки гребеня дамби (визначається з урахуванням графіка рівнів повені), с.

Відмітка порогу водозливу приймається як відмітка максимального рівня літньо-осіннього паводка розрахункової забезпеченості.

6.1.53 Водозливи-прорізи рекомендується влаштовувати в місцях з мінімальною висотою дамби і приурочених до ділянок, вкритих потужною дерниною. Тип кріплення гребеня і укосів водозливу-прорізу вибирають виходячи з величини розрахункової швидкості течії води.

6.1.54 При проектуванні водозливів-прорізів в тілі дамб літніх польдерів необхідно не допускати швидкості руху води на заплаві, яка є більшою за допустиму розмиваючу для різних ґрунтів.

6.1.55 При мінімальній ширині водозливів-прорізів перевіряється стійкість гребеня дамби на розмивання в період переливання через неї води для вибраного типу кріплення гребеня.

6.2 Насосні станції

6.2.1 При проектуванні насосних станцій польдерних систем необхідно керуватися вимогами ДБН В.2.4-1, СНиП 2.04.02, ВСН 33-2.2.12 і цих норм.

6.2.2 Осушувальні насосні станції слід проектувати, як правило, стаціонарними автоматичними.

6.2.3 Місце розміщення вузла споруд насосної станції слід вибирати на підставі техніко-економічних розрахунків, при цьому необхідно враховувати інженерно-геологічні умови, наявність природної регулювальної ємності, віддаленість від доріг, селищ і джерел електропостачання.

6.2.4 Вузол споруд насосної станції, як правило, слід розміщувати в найнижчій частині польдера (в усті магістрального каналу або закритого колектора), а на безуклонній території – в середній частині польдера біля захисної дамби, при цьому глибина магістрального каналу не повинна перевищувати 3-3,5 м. Відступ від цього правила допускається в складних гідрогеологічних умовах.

6.2.5 При проектуванні насосних станцій літніх польдерних систем необхідно передбачати влаштування рибозахисних споруд за погодженням з рибогосподарськими органами.

6.2.6 Для зменшення розрахункових витрат і розмірів водоскидних споруд слід передбачати перехоплення поверхневого і ґрунтового стоку з прилеглих до польдера територій захисними (ловильними, нагірними і нагірно-ловильними) каналами або дренами і відводити самопливом у водоприймач, обминаючи скидну споруду (насосну станцію, шлюз). Доцільність влаштування захисних каналів або скидання всього стоку через водопропускні споруди визначається техніко-економічними розрахунками.

6.2.7 На захисних каналах з постійною течією води, в сприятливих рельєфних та інженерно-геологічних умовах, слід передбачати підпірні споруди, що забезпечують можливість використання води для зволоження обвалованих земель.

Визначення припливу води до насосної станції

6.2.8 Сумарний приплив води до насосної станції слід визначати на підставі гідрологічних і фільтраційних розрахунків. Залежно від вихідних даних можуть бути застосовані такі методи:

метод аналогії – коли в природно-кліматичних умовах, подібних до об'єкта, що проектується, є збудований польдер с досить довгим рядом спостережень;

метод водного балансу або регіональні емпіричні формули – при відсутності об'єктів-аналогів.

6.2.9 За розрахунковим припливом води до насосної станції встановлюється: загальна подача насосного обладнання; розподіл загальної подачі між кількома насосами і підбір насосів; проектний режим відкачування.

6.2.10 Розрахункову забезпеченість витрат води при визначенні припливу до насосної станції слід визначати залежно від сільськогосподарського використання польдера на підставі техніко-економічних розрахунків. При невеликій водозбірній площі (до 2 тис. га) як розрахункові рекомендується приймати:

для незатоплюваних польдерів при використанні земель під польові сівозміни, пасовища і сіножаті – максимальні паводки 10 % забезпеченості, а при використанні земель під овочеві сівозміни і багаторічні насадження – максимальні паводки 5 % забезпеченості;

для затоплюваних (літніх) польдерів при використанні земель під сіножаті – літньо-осінні паводки 10 % забезпеченості, а при використанні земель під пасовища – літньо-осінні паводки 5 % забезпеченості.

При відповідному обґрунтуванні зазначені величини забезпеченості можна змінювати.

6.2.11 Розрахункова витрата $Q_{н.с}$, м³/с, відкачки насосної станції всіх типів польдерів визначається за формулою

$$Q_{н.с} = \frac{1}{n} Q_{np} \cdot K, \quad (6.13)$$

де n – коефіцієнт використання добового часу, приймається 0,8-0,9;

Q_{np} – розрахунковий приплив води до насосної станції, м³/с;

K – коефіцієнт, що враховує вплив регульовального басейну.

6.2.12 Для незатоплюваних (зимових) польдерів розрахунковий приплив Q_{np} , м³/с, води слід визначати за формулою

$$Q_{np} = Q_{нг} + Q_{ф} + Q_{гн}, \quad (6.14)$$

де $Q_{нг}$ – розрахунковий приплив води до насосної станції за рахунок поверхневих і зниження рівня ґрунтових вод, м³/с;

$Q_{ф}$ – фільтраційний приплив води через дамби та їх основи, м³/с;

$Q_{гн}$ – приплив води від ґрунтово-напірного живлення, м³/с.

6.2.13 Розрахунковий приплив води $Q_{нг}$, м³/с, визначається за формулою

$$Q_{нг} = qF, \quad (6.15)$$

де q – максимальний середньодобовий модуль стоку розрахункової забезпеченості, м³/с·км²;

F – водозбірна площа, км².

6.2.14 Максимальний середньодобовий модуль стоку слід визначати згідно зі СНиП 2.01.14 або за регіональними рекомендаціями.

6.2.15 Фільтраційну витрату Q_ϕ , м³/с, через дамбу і основу з боку водоприймача рекомендується визначати за затвердженими типовими проектами низьконапірних дамб і гребель або з урахуванням розрахункової схеми фільтрації, наведеної на рисунку 6.3, за формулою

$$Q_\phi = \left[k_{\text{дб}} \frac{h_1^2}{2(l_1 + \Delta l)} + k_{\text{ос}} \frac{h_1 t}{l_1 + \Delta l} \right] L, \quad (6.16)$$

де $k_{\text{дб}}$ – осереднений коефіцієнт фільтрації тіла дамби, м/с;

$k_{\text{ос}}$ – осереднений коефіцієнт фільтрації основи, м/с;

L – довжина дамби, м

$$l_1 = \frac{\frac{k_{\text{ос}}}{k_{\text{дб}}} \left[h_1 t l_2 - (h_1^2 - h_2^2) \Delta l + h_1^2 l_2 \right]}{\frac{k_{\text{ос}}}{k_{\text{дб}}} \left[h_1 t + t^2 - h_2^2 + h_1^2 \right]}, \text{ м}, \quad (6.17)$$

$$\Delta l = \frac{a_3 \sqrt{\frac{k_{\text{ос}}}{k_{\text{дб}}} + \alpha_1 \alpha_2}}{\sqrt{\frac{k_{\text{ос}}}{k_{\text{дб}}} + \alpha_1}}, \text{ м}, \quad (6.18)$$

$$\alpha_1 = 2m_1 \frac{h_1}{t} + \frac{1,32}{m_1} - 1, \quad (6.19)$$

$$\alpha_2 = \frac{m_1 h_1}{2m_1 + 1}, \quad (6.20)$$

$$\alpha_3 = m_1 h_1 + 0,4t, \quad (6.21)$$

Решта позначень наводиться на рисунку 6.3.

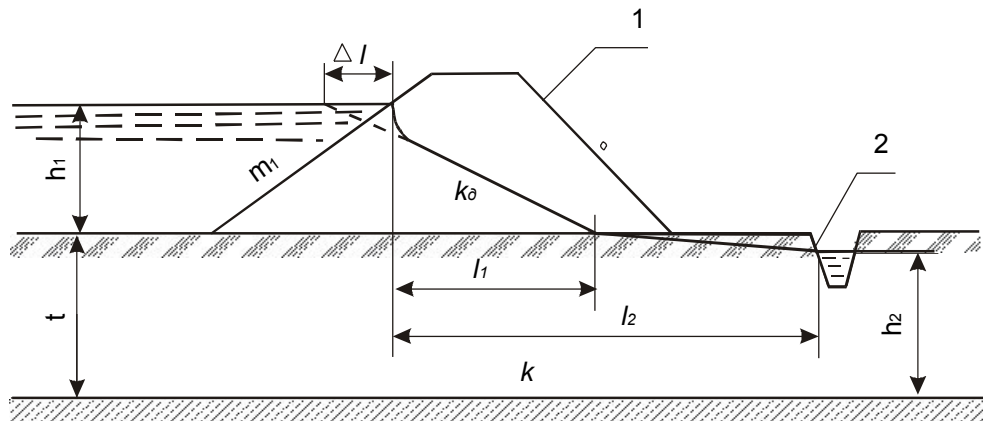


Рисунок 6.3 - Розрахункова схема для визначення фільтраційної витрати:

1 - контур дамби; 2 - придамбовий канал

6.2.16 Приплив ґрунтово-напірних вод, $Q_{\text{зпн}}$, м³/с, визначають (рисунок 6.4) за формулою

$$Q_{\text{зпн}} = 10000 k I_H F_1, \quad (6.22)$$

де k – зведений коефіцієнт фільтрації ґрунтів, що залягають вище водоносного шару, м/с, визначають за формулою

$$k = \frac{h}{\frac{h_1}{k_1} + \frac{h_2}{k_2} + \dots + \frac{h_n}{k_n}}, \quad (6.23)$$

де h_1, h_2, \dots, h_n – потужність шарів ґрунту над водоносним шаром, м;

k_1, k_2, \dots, k_n – коефіцієнти фільтрації відповідних шарів, м/с;

I_H – градієнт висхідної течії, наближено становить

$$I_H = \frac{H_1 - 0,5(H_n + H_k)}{S}, \quad (6.24)$$

где H_1 – п'єзометричний напір водоносного пласта від його покрівлі, м;

H_n – початковий напір (різниця відміток рівня ґрунтових вод на початку розрахункового періоду і покрівлі водоносного пласта), м;

H_k – те саме, в кінці розрахункового періоду, м;

S – глибина залягання напірного водоносного пласта від рівня води в дренажі, м;

F_1 – площа польдера з ґрунтово-напірним живленням, га.

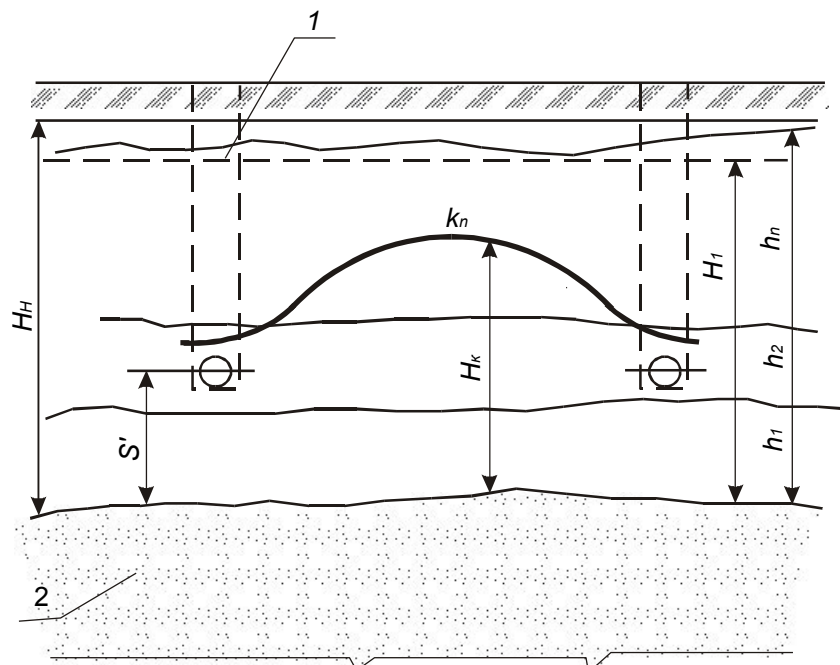


Рисунок 6.4 - Розрахункова схема для визначення припливу ґрунтово-напірних вод:

1 - лінія п'єзометричного напору; 2 - водоносний горизонт

6.2.17 Коефіцієнт, що враховує вплив регулювальної ємності на максимальний приплив, визначається за формулою

$$K = 1 - \sqrt{\frac{V}{W_{\square}}}, \quad (6.25)$$

де V – регулювальна ємність, м^3 ;

W_{cm} – об'єм стоку розрахункового періоду, м^3 .

6.2.18 Розрахунковий приплив води до насосної станції на затоплюваних (літніх) польдерах слід визначати методами гідрологічної аналогії (при наявності об'єктів-аналогів) або водного балансу для періоду літньо-осіннього паводка, а також для періоду спаду весняної повені, коли рівень води у водоприймачі опускається нижче відмітки гребеня захисної дамби. Цей розрахунок виконується у випадку, якщо спадання повені йде повільно і оптимальні терміни проведення робіт не забезпечуються. За розрахунковий приймається найбільший приплив води до насосної станції.

6.2.19 Для літніх польдерів розрахунковий приплив води Q_{np} , $\text{м}^3/\text{с}$, до насосної станції визначається за формулою

$$Q_{np} = Q_e + Q_k + Q_\phi + Q_{en}, \quad (6.26)$$

де Q_e – приплив води внаслідок зниження рівня ґрунтових вод до норми осушення, $\text{м}^3/\text{с}$;

Q_k – приплив води, що залишилась в каналах, водоймах, на поверхні території, що осушується, до початку відкачування, $\text{м}^3/\text{с}$.

Решта позначень така сама, як у формулі (6.14).

6.2.20 Приплив води з ґрунту Q_e , $\text{м}^3/\text{с}$, (рисунок 6.5) слід визначати за формулою

$$Q_e = \left[\frac{1000 \mu \varphi (H_2 - H_1) + P - E}{86400} \right] F_2, \quad (6.27)$$

де μ – коефіцієнт водовіддачі, що визначається натурними вимірами під час вишукувань. Для орієнтовних розрахунків він може бути прийнятий: для низинних торф'яних ґрунтів із зольністю понад 30 % – 0,06-0,07; із зольністю нижче 30 % – 0,08-0,1; для суглинистих ґрунтів – 0,05-0,07; для супіщаних ґрунтів – 0,1. При наявності різнорідних ґрунтів визначається середньозважений коефіцієнт водовіддачі;

φ – показник кривої депресії. В розрахунках він приймається: для торф'яних ґрунтів – 1,1-1,2; для глинистих – 1,0-1,1; для суглинистих – 1,2-1,3; для супіщаних ґрунтів – 1,3-1,4;

T – час, за який повинен бути відкачаний об'єм надлишкової води з польдера, діб;

H_2, H_1 – зниження рівня ґрунтових вод на початку і в кінці розрахункового періоду;

$(P-E)$ – різниця між опадами і випаровуванням розрахункової забезпеченості за час відкачування T , мм;

F_2 – площа польдера, га.

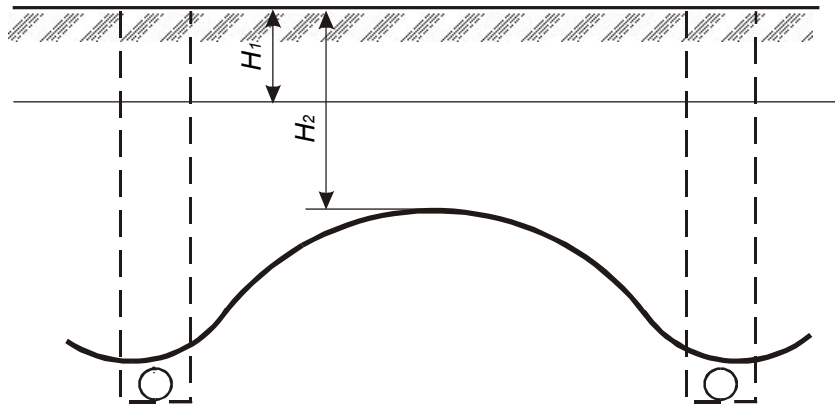


Рисунок 6.5 - Розрахункова схема для визначення зниження рівня ґрунтових вод до норми осушення

6.2.21 Приплив води Q_k , м³/с, що залишилась на каналах і на поверхні осушуваної території до моменту відкачування, слід визначати за формулою

$$Q_k = \frac{W_k}{86400T}, \quad (6.28)$$

де W_k – об'єм паводкової води, що залишилася на обвалованій території, до початку відкачування (до верхнього експлуатаційного рівня), м³.

Вибір насосного обладнання

6.2.22 Розрахункова геодезична висота водопідйому визначається як перевищення максимального рівня води розрахункової забезпеченості у водоприймачі (з урахуванням вітрового нагону води) над відповідним рівнем води в голові магістрального каналу польдерної системи. Для її визначення типізований графік зміни рівнів води у водоприймачі порівнюється з проектними рівнями води в голові магістрального каналу в розрахункові періоди року.

Порівняння цих даних дає можливість визначити також періоди самопливного скидання надлишкових вод з польдера і отримати вихідні дані для розрахунку водоскидних споруд.

6.2.23 Проектні експлуатаційні рівні відкачки води (верхній рівень води, при якому повинні включатися насосні агрегати, і нижній рівень, при якому відкачування припиняється) слід визначати в голові магістрального каналу для кожного насоса окремо і для їх поєднань.

6.2.24 При верхньому рівні води повинна бути забезпечена необхідна норма осушення в розрахункові періоди року на знижених ділянках польдера.

При наявності на польдері кількох знижених характерних ділянок за розрахункову приймається та, який потребує найменшої відмітки верхнього рівня відкачки.

6.2.25 Величина амплітуди відкачки в устя магістрального каналу приймається за умови забезпечення стійкості його укосів при зниженні рівня води і допустимій тривалості циклу роботи насосів, що вмикаються (робочий і подальший неробочий час). Амплітуду відкачки рекомендується приймати в межах 0,3-0,5 м.

6.2.26 При підборі насосних агрегатів необхідно виконувати вимоги ДБН В 2.4-1, ВСН 33-2.2.12 і цих норм.

6.2.27 Загальна продуктивність польдерних насосних станцій залежно від типу польдера визначається за 6.2.10-6.2.21.

6.2.28 Рекомендована кількість і співвідношення подач насосів наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.3

Продуктивність насосної станції, м³/с	Кількість насосів	Співвідношення подачі насосів
До 1,5-2	2	1:2; 1:3
2-3	3	1:2:2; 1:3:3
більше 3	4	1:1:2:2; 1:1:3:3

Склад основного гідромеханічного обладнання насосних станцій слід встановлювати на підставі техніко-економічного порівняння варіантів при різній кількості і типах насосних агрегатів з урахуванням проектного режиму відкачки води, проектних параметрів магістрального каналу польдерної системи, регулювальної ємності, будівлі насосної станції.

6.2.29 Витрату насоса з найменшою подачею, л/с, слід призначати відповідно до величини меженного стоку і з урахуванням корисної ємності регулювального резервуару за формулою

$$Q_n = \frac{V}{3,6t} + q_1 F, \quad (6.29)$$

де V – корисна ємність регулювального резервуару, м³;

q_1 – модуль меженного стоку, л/с·км²;

t – тривалість роботи насосу в період межені, год.

6.2.30 Резервний насос на осушувальних насосних станціях, як правило, не передбачається. В особливих випадках при наявності на території польдера житлових або виробничих об'єктів, затоплення яких не допускається, слід розглянути доцільність установлення резервного насосу.

Якщо приймається рішення про установлення резервного насосу, то його подача приймається такою ж, як у найбільшого робочого насосу.

Особливості конструкцій насосних станцій

6.2.31 Типи і конструкції насосних станцій польдерних систем визначаються типом польдерних систем, амплітудою коливання рівнів в підвідних каналах і водоприймача, застосованим насосно-силовим обладнанням на підставі техніко-економічних розрахунків.

6.2.32 На польдерних системах застосовуються стаціонарні насосні станції суміщеного, роздільного, напівроздільного, відкритого типів.

6.2.33 Насосні станції суміщеного типу, в яких будівля з насосно-силовим обладнанням, водозабірні і водовідвідні споруди об'єднані в одну будову, застосовуються на літніх польдерах і розміщуються в тілі дамби.

6.2.34 Насосні станції роздільного типу, що складаються з окремих споруд водозабору, будівлі насосно-силового обладнання і водоводу, застосовуються на зимових польдерах і розміщуються всередині польдерів.

6.2.35 Насосні станції напівроздільного типу, що складаються зі всмоктувальної частини, суміщеної з будівлею насосно-силового обладнання і окремої водовідвідної частини, застосовуються на зимових польдерах і розміщуються всередині польдера.

6.2.36 При використанні заглибних осьових (капсульних) насосів слід розглядати доцільність влаштування насосної станції відкритого типу. В цьому випадку машинний зал може не передбачатися, а електротехнічне обладнання керування розміщується в окремому приміщенні на незатоплюваному майданчику.

Заглибні осьові (капсульні) електронасоси як в котковому, так і в шарнірному виконанні можуть встановлюватися на укосі аванкамери (магістрального каналу).

6.2.37 При використанні насосів з електродвигунами, що не допускають затоплення, відмітку їх установа на літніх польдерах слід приймати на 0,3 м вище за максимальний розрахунковий рівень води 1 % забезпеченості у воді приймача, на зимових польдерах – на 0,5 м вище максимального розрахункового рівня води паводка з боку польдера, забезпеченість якого приймається відповідно до 5.3.

6.3 Провідна і регулювальна мережа

6.3.1 Проектування провідної та регулювальної мережі на польдерних системах і системах з машинним водовідведенням здійснюється згідно з ДБН В 2.4-1 і НТД 33.63-074 з урахуванням вимог цих норм. Магістральний канал може виконувати функцію регулюючого басейну для подачі води до насосної станції.

Магістральний канал

6.3.2 При проектуванні магістрального каналу повинні забезпечуватися потрібна пропускна здатність, необхідна осушувальна дія мережі, що впадає, стійкість ґрунту на розмивання, місцева стійкість ґрунту при відкачуванні води, нормальна робота гідромеханічного обладнання.

6.3.3 Планове розміщення магістрального каналу і його параметри слід приймати з урахуванням форми і площі польдера, уклону поверхні землі і зони впливу насосної станції.

6.3.4 При уклоні поверхні землі всередині польдера 0,0003 і більше довжина магістрального каналу не обмежується, а поздовжній уклон приймається як для самопливних систем. На безуклонних територіях довжину магістрального каналу рекомендується визначати гідравлічним розрахунком з урахуванням кривої спаду.

6.3.5 Перелік основних розрахунків магістрального каналу і умови їх виконання наводяться в таблиці 6.4.

6.3.6 Встановлення необхідних параметрів магістрального каналу здійснюється послідовним наближенням. Спочатку параметри каналу (уклон дна, глибина, ширина по дну, закладення укосів) встановлюються виходячи із загальних вимог ДБН В.2.4-1. В першому наближенні параметри магістрального каналу визначаються для випадку, коли функції регулювальної ємкості виконує магістральний канал.

6.3.7 Розрахунок пропускної здатності магістрального каналу в розрахункові періоди слід здійснювати за апробованими методиками для усталеного нерівномірного руху води. В результаті розрахунку визначається профіль вільної поверхні по довжині магістрального каналу і середні швидкості течії.

6.3.8 Для розрахунку профілю вільної поверхні весь канал слід розбити на ділянки перерізами, які проходять через устя колекторів, що впадають. Гідравлічні розрахунки ділянок здійснюються послідовно, починаючи з ділянки, що прилягає до насосної станції. Глибина води біля насосної станції приймається з урахуванням виконання умов таблиці 6.4, а глибина в кінці ділянки визначається підбором.

Таблиця 6.4

Найменування розрахунку	Розрахункова витрата в усті магістрального каналу	Потрібне перевищення бровок над рівнем води в каналі	Можливі межі зміни рівня води в усті каналу	Рівняння розрахункових параметрів	Розрахункові випадки
Розрахунок пропускної здатності каналу в період весняної повені	Розрахункова подача насосної станції	В бровках	Від бровок до критичної глибини	Усталеного нерівномірного руху	Основний
Розрахунок стійкості ґрунтів каналу на розмивання	Те саме	Те саме	-	Згідно з ДБН В.2.4-1	Те саме
Розрахунок параметрів каналу для забезпечення стійкості укосів і нормальних умов роботи гідромеханічного обладнання насосної станції	Найбільша можлива величина збільшення подачі насосної станції	Норма осушення	Від норми осушення до критичної глибини	Таблиця 6.5 (6.29)	"
Розрахунок пропускної здатності в період літньо-осіннього паводка	Паводковий стік розрахункової забезпеченості	У бровках	Від бровок до критичної глибини	Усталеного нерівномірного руху	Перевірний

6.3.9 Витрату води в межах кожної ділянки слід приймати постійною і ступінчасто змінною на межі ділянок з урахуванням витрат впадаючих колекторів.

6.3.10 Швидкості води в каналі на всіх ділянках не повинні перевищувати допустимі нерозмивні швидкості, які приймаються згідно з ДБН В 2.4-1.

6.3.11 Проводиться перевірка місцевої стійкості укосів при дії гідродинамічного тиску фільтраційного потоку, що виникає в приукісній зоні при зниженні рівня води в каналі за нерівністю

$$Q \leq \frac{a_0 L_0}{6} \left(1 + \frac{\xi_0}{a_0 \Delta t} \right) (B_{A_{сер}} + B_i), \quad (6.30)$$

де Q – найбільша величина приросту подачі насосної станції, м³/с;

a_0 – допустима швидкість зниження рівнів води в магістральному каналі, м/с.

L_0 – відстань від насосної станції до перерізу, де висота фронту хвилі стає рівною нулю (виклинюється), м;

ξ_0 – висота фронту хвилі в усті магістрального каналу, м;

Δt – час переміщення фронту хвилі від насосної станції до створу її виклинювання, с.

$B_{A_{сер}}$ – середня ширина вільної поверхні води в усті каналу за час зниження рівня за час Δt , м;

B_i – ширина вільної поверхні води у створі виклинювання фронту хвилі (на відстані L_0 від насосної станції), м;

Допустимі швидкості зниження води в каналі наводяться в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5

Коефіцієнт закладання укосу	Допустима швидкість зниження, см/год		Допустима висота височування ґрунтових вод, см
	амплітуда зниження 30-40 см	безперервне зниження до 2-2,5 м	
Середньозернистий пісок			
1,6	50,0	6,5	4,0
2,0	60,0	10,0	5,0
2,5	70,0	18,0	8,0
3,0	80,0	28,0	13,0
4,0	160,0	35,0	18,0
5,0	260,0	40,0	21,0
Дрібнозернистий пісок			
1,9	14,0	8,6	2,3
2,0	15,0	8,8	3,0
2,5	18,0	9,3	4,5
3,0	30,0	11,0	7,0
4,0	130,0	15,0	13,0
5,0	214,0	23,0	17,2
Пилуватий пісок			
2,0	15,0	-	1,2
2,25	18,0	-	2,1
2,5	24,0	-	2,7
Примітка. Для каналів, що проходять у торфі і зв'язних ґрунтах, допустима швидкість зниження рівнів у 1,3-1,5 раза більше, ніж для середньозернистих пісків.			

6.3.12 Найбільша величина збільшення подачі насосної станції (подача насосов, що вмикаються) визначається залежно від співвідношення подачі агрегатів і прийнятого режиму їх вмикання.

6.3.13 Відстань виклинювання фронту хвилі L_0 , м, визначається за емпіричною формулою

$$L_0 = 1470 h_o, \quad (6.31)$$

де h_o – глибина води в усті магістрального каналу, м.

6.3.14 Висота хвилі ξ_0 , м, в усті магістрального каналу обчислюється за формулою

$$\xi_0 = \frac{Q_{nc} - Q_{np}}{B_A C_0}, \quad (6.32)$$

де Q_{nc} – подача насосної станції, м³/с;

Q_{np} – приплив води до насосної станції, м³/с;

B_A – ширина вільної поверхні води в усті каналу в початковий момент відкачування (при глибині h_o), м;

C_0 – швидкість поширення хвилі в усті магістрального каналу, м/с.

$$C_0 = \sqrt{\frac{g \omega_0}{B_A}} - v_0, \quad (6.33)$$

де ω_0 – площа живого перерізу потоку в усті магістрального каналу, м²;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

v_0 – швидкість потоку в усті магістрального каналу, м/с

$$v_0 = \frac{Q_{nc}}{\omega_0}, \quad (6.34)$$

Q_{nc} – витрата насосної станції, м³/с.

6.3.15 Середня ширина вільної поверхні $B_{A\text{ сер}}$, м, в усті каналу обчислюється за формулою

$$B_{A\text{ сер}} = B_A - m \xi, \quad (6.35)$$

де m – коефіцієнт закладання укосів;

ξ – зниження рівня в усті магістрального каналу, м.

6.3.16 Час переміщення фронту хвилі Δt , с, до створу його виклинювання розраховується за формулою

$$\Delta t = \frac{L_0}{\bar{C}}, \quad (6.36)$$

де \bar{C} – середня швидкість переміщення фронту хвилі на довжині L_0 , м/с,

$$\bar{C} = \frac{C_0 + C_i}{2}, \quad (6.37)$$

де C_i – швидкість переміщення фронту хвилі на відстані L_0 від устя магістрального каналу, м/с

$$C_i = \sqrt{\frac{g\omega_i}{B_i}} - v_i, \quad (6.38)$$

де ω_i – площа перерізу потоку на відстані L_0 від насосної станції, м²;

$$v_i = \frac{Q_i}{\omega_i}, \quad (6.39)$$

де Q_i – розрахункова витрата у створі виклинювання фронту хвилі, м³/с.

6.3.17 Якщо умова (6.30) не дотримується, передбачаються заходи щодо забезпечення стійкості укосів магістрального каналу: збільшення ширини по дну, глибини, коефіцієнта закладання укосів, зменшення подачі насосів, кріплення укосів, влаштування регулювального резервуару.

Регулювальний резервуар (басейн)

6.3.18 Швидкість зниження рівнів води в усті магістрального каналу з урахуванням нерівності (6.29) визначається за формулою

$$Q_c = \frac{6(Q_{nc} - Q_{np})}{(2B_{Acsp} + B_i)L_0} - \frac{\xi_0}{\Delta t}, \quad (6.40)$$

де позначення такі самі, що й у формулах (6.30) і (6.32).

6.3.19 Регулювальна ємкість магістрального каналу повинна бути не менше потрібної за умовами нормальної експлуатації насосно-силового обладнання і магістрального каналу. Ці умови виконуються при дотриманні нерівності (6.29).

6.3.20 Потрібна величина регулювальної ємкості V , м³, за умовами нормальної експлуатації насосно-силового обладнання, що залежить від тривалості розрахункового циклу його роботи, визначається за рівнянням

$$V = t_u (Q_{np} - \sum Q_i) \left(1 - \frac{Q_{np} - \sum Q_i}{Q_u} \right), \quad (6.41)$$

де t_u – тривалість розрахункового циклу роботи насосу, с;

$\sum Q_i$ – сумарна подача безперервно працюючих насосів, м³/с;

Q_u – подача циклічно працюючого насосу, м³/с.

6.3.21 Максимальна регулювальна ємкість V_{max} , м³, що відповідає умові $Q_{np} - \sum Q_i = 0,5 Q_u$, визначається за формулою

$$V_{max} = 0,25 t_u Q_u. \quad (6.42)$$

При автоматичному керуванні насосною станцією мінімально допустима тривалість розрахункового циклу роботи насосів становить 1-2 години, при ручному – 6-12 годин.

6.3.22 Об'єм регулювальної ємкості V , м^3 , який потрібен для забезпечення стійкості укосів магістрального каналу, визначається за формулою

$$V = (Q_u + \sum Q_i - Q_{np}) \frac{\xi - \xi_0}{a_0}, \quad (6.43)$$

де ξ – зниження горизонту води в усті магістрального каналу за один цикл роботи насосів, м.

6.3.23 Максимальний об'єм регулювальної ємкості відповідає умові $\sum Q_i = Q_{np}$ і визначається за формулою

$$V_{\max} = Q_u \frac{\xi - \xi_0}{\alpha_0}. \quad (6.44)$$

6.3.24 При конкретних параметрах магістрального каналу і співвідношеннях подач насосів і припливу до насосної станції розрахунковий регулювальний об'єм визначається за формулою

$$V = \frac{(Q_u + \sum Q_i - Q_{np})(\xi - \xi_0)}{\frac{6(Q_u + \sum Q_i - Q_{np})}{(2e_{Acep} + e_i)L_0} - \frac{\xi_0}{\Delta t}}. \quad (6.45)$$

6.3.25 Величина зниження горизонту води біля насосної станції за один цикл роботи насосів, при якому забезпечуються найбільш невідгідні умови роботи насосів, визначається за формулою

$$\xi = 0,25 a_0 \cdot t_u + \xi_0. \quad (6.46)$$

6.3.26 Величина додаткової регулювальної ємкості ΔW , м^3 (корисний об'єм регулювального резервуару) визначається за формулою

$$\Delta V = V_{\max} - V.$$

6.3.27 Як регулювальний резервуар можуть бути використані природні водойми, староріччя, відпрацьовані кар'єри, спеціально створювані ємкості.

6.3.28 При визначенні об'єму резервуару слід розглядати у межах економічної доцільності можливість тимчасового затоплення земель.

6.3.29 Об'єм резервуару складається з корисного об'єму і мертвого запасу. Корисна ємкість обмежена проектними максимальним і мінімальним експлуатаційними рівнями відкачки. Мертвий запас обмежується проектним нижнім експлуатаційним рівнем відкачки і дном резервуару. Глибина мертвого запасу призначається не менше 0,5 м.

На літніх польдерах з урахуванням потреб рибного господарства глибина мертвого запасу може бути збільшена.

Ширину дна резервуару слід призначати з урахуванням можливості його очищення в період експлуатації землерийною технікою або земснарядами.

6.3.30 Коефіцієнт закладання укосів регулювального резервуару в межах коливання рівнів води слід призначати з урахуванням допустимих швидкостей зниження рівнів відповідно до даних, наведених в 6.5.

Якщо потрібно влаштувати більш круті укоси, слід передбачати їх кріплення. Типи кріплень призначаються на підставі техніко-економічних розрахунків.

Регулювальна мережа

6.3.31 Регулювальна мережа на польдерних системах і системах з машинним водовідведенням слід проектувати відповідно до вимог ДБН В 2.4-1 і НТД 33.63.074.

6.3.32 При осушенні боліт і легких за механічним складом ґрунтів, що підстилаються ґрунтами з коефіцієнтом фільтрації понад 0,5 м/добу, з уклонами поверхні землі менше 0,001, регулювальну мережу слід проектувати з урахуванням впливу на її роботу режиму рівнів води в провідних каналах.

6.3.33 Для запобігання перезволоження придамбової зони польдера внаслідок фільтрації води з боку водоприймача необхідно розглянути доцільність протифільтраційних заходів, влаштування придамбового каналу або згущеної мережі закритого дренажу (проектне рішення приймається на підставі техніко-економічних розрахунків).

6.3.34 Параметри придамбового каналу слід визначати з урахуванням забезпечення стійкості ґрунтів у місці виходу фільтраційного потоку в канал, стійкості ґрунтів укосів – при коливаннях рівнів води в каналі, можливе використання каналу як регулювальної ємкості.

7 АВТОМАТИЗАЦІЯ І ТЕЛЕМЕХАНІЗАЦІЯ ПОЛЬДЕРНИХ СИСТЕМ

7.1 Проектування автоматизації процесів водовідведення на польдерних системах потрібно виконувати відповідно до вимог ДБН В.2.4-1, ВСН 33.2.2.12, НТД 33.63-074, діючих галузевих нормативних документів з автоматизації з урахуванням рекомендацій закінчених науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт, пов'язаних зі створенням нових конструкцій осушувально-зволожувальних систем і технічних засобів їх реалізації.

7.2 Автоматизація технологічних процесів на польдерній системі включає оснащення насосних станцій та інших споруд пристроями автоматичного керування, які дають можливість здійснювати (частково або повністю) оперативне керування процесом водорегулювання без участі людини.

7.3 Доцільність телемеханізації слід обґрунтовувати техніко-економічними розрахунками.

7.4 Автоматизоване керування роботою головних гідроспоруд (насосних станцій, підпірних шлюзів, пристроїв для подачі води на систему тощо), як правило, проектується з використанням електричних систем, а керування роботою водорегулювальних споруд на осушувально-зволожувальній мережі – з використанням гідравлічних систем.

7.5 Водоподавальні споруди потрібно обладнувати затворами з електроприводом, а також гідроавтоматами.

7.6 Ступінь насиченості польдерної системи автоматичними пристроями необхідно проектувати залежно від конкретних умов об'єкта з урахуванням рівня розвитку технічних

засобів автоматизації, при цьому необхідно забезпечувати функціонування системи при мінімальній кількості водорегулювальних споруд.

7.7 На польдерних системах можуть бути автоматизовані такі споруди: комплекс обладнання насосної станції; водоподавальні споруди; водорегулювальні споруди на мережі.

7.8 Основні та допоміжні технологічні параметри, які потрібно вимірювати і контролювати на насосних станціях, визначено діючими нормативними документами з автоматизації та водообліку.

7.9 За допомогою системи телекерування повинні передаватися від керованого об'єкта до пункту диспетчера такі відомості: аварійний сигнал з характеристикою аварії; номери діючих насосних агрегатів, їх потужність, що використовується; рівень води в аванкамері; рівень ґрунтових вод; рівень води у відповідному каналі або у водоприймачі.

7.10 Якщо застосування телекерування в даних умовах є неекономічним, необхідно передбачати телефонний зв'язок (радіозв'язок) між насосними станціями і центральною садибою господарства (гідротехніком) або диспетчерським пунктом експлуатаційної ділянки.

Автоматизація насосних станцій

7.11 Система автоматичного керування режимом відкачування повинна забезпечувати надійне вмикання і вимикання електронасосів та іншого обладнання, дотримання режиму в суворій відповідності з заданим.

7.12 Керування відкачуванням рекомендується проектувати за такими схемами:

за розрахунковими рівнями води в аванкамері;

за розрахунковими рівнями води на характерних ділянках польдерної системи;

за розрахунковими рівнями ґрунтових вод з урахуванням метеопараметрів.

7.13 Керування роботою насосів за розрахунковими рівнями води в аванкамері здійснюється за сигналом датчика рівня. Датчики встановлюються за ступінчастою схемою з урахуванням позитивних і негативних хвиль. Увімкнення і вимкнення окремих насосів повинно відбуватися неодноразово.

7.14 Схема керування режимом відкачування за розрахунковими рівнями ґрунтових вод включає блок датчиків рівня ґрунтових вод, рівнів води в аванкамері, а також елементи логіки (логічний пристрій) і виконання. Логічний пристрій подає команди на виконавчі елементи згідно з сигналами про рівні води, які надходять відповідно до заданої схеми установа датчиків. Відкачування води здійснюється за показаннями датчиків проектних рівнів води в аванкамері, керуючими виконавчими елементами відповідно до дозволяючих команд датчиків ґрунтових вод. Блок складається з датчиків верхнього, нижнього і аварійного рівнів. Останній напряму вмикає насосну станцію при аварійному піднятті води в магістральному каналі.

Як датчики рівня ґрунтових вод і рівня води в аванкамері необхідно використовувати регулятори-сигналізатори рівня типу ЭРСУ-3, РУС-3М.

Розрахункові відмітки і проектні рівні води в аванкамери визначаються згідно з 5.29-5.35.

7.15 На польдерній системі, як правило, необхідно обладнати блок датчиків рівнів ґрунтових вод. При наявності на польдері різних ґрунтів датчики встановлюються на ґрунтах з найменшою водопроникністю в міждренному просторі не ближче, ніж в 100 м від провідного каналу в центрі зони впливу насосної станції по магістральному каналу.

7.16 Автоматичне керування пристроями для очищення сміттєзатримувальних ґрат і рибозахисних споруд можна здійснювати за заданим перепадом рівня води біля перегороджувального елемента (сітчастого, фільтрувального тощо) або за заданою програмою режиму роботи у часі.

Для вимірювання і сигналізації перепаду рівня води у відкритих водоймах рекомендується застосовувати пристрої типу КЄМС-3, рівнеміри УПМ-14, РУС-3М та ін., а також використовувати програмні пристрої на основі реле часу, яке здійснює одночасно вмикання механізмів і насосів за заздалегідь заданою програмою.

Автоматизація водорегулювальних споруд

7.18 Для автоматичного керування водним режимом на осушувально-зволожувальних системах рекомендується застосовувати регулятори-автомати гідравлічної дії.

7.19 Автоматичне регулювання водного режиму може здійснюватися відповідно до таких схем: по верхньому б'єфу, по нижньому б'єфу, по верхньому б'єфу з обмеженням нижнього, по нижньому б'єфу з обмеженням верхнього, мішане регулювання.

7.20 Регулятори верхнього б'єфа слід застосовувати для припинення скидання води при досягненні в регульованому каналі (колекторів) рівня стабілізації; для підтримання різних горизонтів води в магістральному каналі по його довжині.

7.21 Регулятори нижнього б'єфа слід застосовувати на зволожувальних колекторах для подачі води в регульовальну мережу при зниженні в ній рівня ґрунтових вод нижче норми осушення, а також на водопідвідних каналах для підтримання різних проектних горизонтів по їх довжині.

7.22 Регулятори перепаду рівнів застосовуються на провідних осушувальних і зволожувальних каналах для підтримання потрібних різних горизонтів на сусідніх ділянках каналів.

7.23 Для подачі води на зволоження зі ставів і водосховищ застосовуються автоматичні водовипуски, які працюють за рівнем води нижнього б'єфа і забезпечують подачу потрібної витрати.

7.24 При виборі конструкцій регуляторів слід враховувати: конструкцію провідної мережі (закрита або відкрита), параметри регулювання (рівень верхнього б'єфа, нижнього, ґрунтових вод), потрібний діапазон регулювання (різниця між максимальним і мінімальним положеннями можливих при експлуатації горизонтів стабілізації), допустимі відхилення регульованого параметра від положення стабілізації і потрібну пропускну здатність затвора, точність регулювання, надійність роботи, вартість споруди і експлуатаційні витрати.

7.25 Розміщення регуляторів у плані залежить від прийнятого компонування осушувально-зволожувальної мережі і способів подачі води на зволоження.

8 ВНУТРІШНЬОПОЛЬДЕРНІ ДОРОГИ

8.1 Дороги на обвалованих територіях необхідно проектувати на підставі загальних вимог, передбачених СНиП 2.05.11, НТД 33.63-074 та іншими галузевими нормативами. В цих нормах розглядаються особливості проектування доріг на польдерних системах.

8.2 Експлуатаційні дороги вздовж захисної дамби, як правило, слід улаштовувати з внутрішнього боку польдера. В окремих випадках для цілорічного обслуговування насосних станцій та інших гідротехнічних споруд, улаштованих в тілі дамби, допускається проектувати дороги по гребеню захисної дамби.

8.3 Конструкція внутрішньопольдерних доріг на незатоплюваних (зимових) польдерах є аналогічною конструкціям доріг на самопливних системах осушення.

8.4 На затоплюваних польдерах полотно доріг, для запобігання розмиванню, необхідно проектувати на одному рівні з навколишньою територією або вище її на товщину покриття, а також суміщати з роздільними дамбами. В місцях перетину доріг з зосередженими потоками паводкової води слід передбачати тверде покриття.

8.5 Проектування доріг, розміщених вздовж каналів, необхідно виконувати комплексно з урахуванням максимального використання для земляного полотна ґрунту з каналу.

В окремих випадках для забезпечення необхідної кількості ґрунту для відсипання полотна дороги при відповідному економічному обґрунтуванні можуть бути збільшені параметри каналу.

8.6 Дороги, як правило, слід проектувати без кюветів. Для осушення полотна дороги і придорожньої смуги по обидва боки дороги влаштовуються закриті дрени діаметром не менше 75 мм, в знижених місцях – водовбирні колодязі. Кювети влаштовуються тільки у випадку неможливості відведення води осушувальною мережею.

8.7 Обґрунтування розміщення трас доріг та їх питомої протяжності виконується техніко-економічними розрахунками з урахуванням витрат на виробництво продукції і капітальних вкладень на будівництво.

9 РЕКОНСТРУКЦІЯ ПОЛЬДЕРНИХ СИСТЕМ

9.1 Реконструкція діючих польдерних систем включає комплекс заходів, спрямованих на підвищення технічного рівня систем, раціонального використання земельних і водних ресурсів і охорону земельних і водних ресурсів, підвищення родючості ґрунтів і охорону природного середовища, внаслідок чого забезпечується створення потрібного водно-повітряного режиму ґрунтів, збільшення об'єму виробництва сільськогосподарської продукції, збільшення продуктивності праці при використанні осушуваних земель та експлуатації і, в цілому, підвищення надійності роботи систем.

9.2 Реконструкцію польдерних систем потрібно призначати, коли проведення капітального ремонту або заходів щодо меліоративного поліпшення земель не може забезпечити необхідної інтенсивності осушення земель і можливості регулювання водного режиму ґрунтів, що осушуються.

Доцільність реконструкції слід розглядати, коли вартість робіт по капітальному ремонту, який включає відновлення або заміну частково чи повністю пошкоджених споруд і елементів осушувальних систем, проведення інженерно-меліоративних заходів щодо організації поверхневого стоку для підвищення ефективності діючої осушувальної мережі, перевищує 20 % від початкової вартості будівництва системи.

Незадовільне сільськогосподарське використання земель і недостатній рівень експлуатації не можуть бути підставою для реконструкції польдерних осушувальних (осушувально-зволожувальних) систем.

9.3 Реконструкція польдерних систем може бути зумовлена інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва і зміною характеру використання земель, зміною гідрологічного режиму водоприймача, невідповідністю параметрів осушувальної системи вимогам діючих нормативних документів, влаштуванням осушувально-зволожувальних систем, захистом від затоплення і підтоплення сельбищних територій, проведенням природоохоронних заходів.

Доцільність реконструкції польдерних систем і черговість її проведення повинні бути обґрунтовані на стадії обстеження (відбору) об'єкта техніко-економічними розрахунками.

9.4 При реконструкції польдерних систем слід передбачати: їх технічне переоснащення; заміну застарілого обладнання і матеріалів; застосування сучасних засобів автоматизації керування; максимальне використання діючих захисних дамб, каналів, колекторів, дрен, споруд; улаштування осушувально-зволожувальних систем; підвищення родючості ґрунтів за рахунок інтенсивного окультурювання.

9.5 До площі реконструкції слід включати територію, на якій провадиться заміна відкритої мережі на закритий дренаж, а також зрошувану площу, на якій буде досягнута проектна інтенсивність осушення внаслідок регулювання або будівництва захисних дамб і каналів.

Відбір об'єктів реконструкції

9.6 Заявка на реконструкцію польдерних систем складається землекористувачем разом із замовником (інвестором) і експлуатаційною службою.

9.7 В заявці на підставі проектних даних польдерної системи подається загальна характеристика, а на підставі попереднього обстеження – характеристика об'єкта реконструкції, в якій наводяться дані: про наявність водоприймача; наявність дамб обвалування і насосних станцій; гадані причини перезволоження земель; строки запізнювання початку польових робіт і збирання врожаю; стан відкритої провідної та регулюючої мережі; стан споруди; використання земель і врожайність сільськогосподарських культур за попередні 5 років в порівнянні з показниками початкового проекту.

9.8 Підставою для складання заявки є матеріали обстеження осушувальної системи, яке виконує комісія, призначена замовником. До складу комісії входять представники за-

мовника, землекористувача, експлуатаційної та проектної організацій. Участь проектної організації в обстеженні осушувальних систем здійснюється за договором на відбір об'єктів реконструкції.

9.9 Комісія попередньо вивчає матеріали, здійснює польове рекогносцирувальне обстеження осушувальної системи, визначає технічний стан і працездатність дренажу, визначає причини відмов роботи дренажних систем і споруд.

9.10 Попереднє вивчення матеріалів включає: аналіз і оцінку повноти, якості та відповідності сучасним нормативним вимогам раніше розробленої проектної документації, матеріалів вишукувань, виконавчої документації і паспортів осушувальних систем, можливості використання цих матеріалів під час вишукувань для проектування об'єктів реконструкції; збирання і вивчення матеріалів гідрогеолого-меліоративної служби, інших організацій, що відображають стан осушуваних земель і осушувальних систем, природні та господарські умови на об'єкті, що реконструюється, та прилеглих до нього територіях.

9.11 До складу польового рекогносцирувального обстеження системи, що підлягає реконструкції, повинні входити:

- візуальне визначення меж перезволожених контурів;

- визначення стану водоприймачів, захисних дамб, осушувальної мережі, гідровузлів насосних станцій та інших споруд, відповідності їх планового положення в проектній та виконавчій документації з фіксацією відхилень і руйнувань;

- збирання даних про рівень агротехніки, урожайність вирощуваних культур і родючість осушуваних земель;

- збирання відомостей про проведення агромеліоративних заходів і строків проведення ремонтів осушувальної системи;

- оцінка культуртехнічного стану земель;

- проведення рекогносцирувальних обстежень для топографічного, гідрологічного і гідрогеологічного обґрунтування реконструкції.

9.12 При встановленні меж контурів з надлишковим зволоженням необхідно використовувати наявні матеріали режимних спостережень і дані візуального обстеження за зовнішніми ознаками перезволоження земель (наявність вимочення, вологолюбної рослинності тощо).

9.13 При обстеженні водоприймачів, споруд, провідної та регулюючої мереж потрібно встановити їх планове положення, визначити технічний стан та знос. На ділянках, що осушуються закритим дренажем, необхідно здійснити розкопки дренажу на перезволожених контурах, оцінити стан дренажної мережі. Кількість розкопок дренажу повинна встановлюватися залежно від мінливості ґрунтових, гідрогеологічних і гідрологічних умов, стану дренажу, виявленого при розкопках.

9.14 Агротехнічна і агрохімічна характеристики ділянок, а також кількісна оцінка земель повинні бути отримані внаслідок збирання і аналізу матеріалів сільськогосподарських, експлуатаційних та інших організацій.

Рівень агротехніки визначається урожайністю сільськогосподарських культур, нормами внесення органічних і мінеральних добрив, вапна.

9.15 Відомості про проведення агро меліоративних заходів і строки виконання ремонтів осушувальних систем повинні бути отримані в господарствах і експлуатаційних організаціях.

9.16 При оцінці культуртехнічного стану земель необхідно дати характеристику мікрорельєфу поверхні, наявності чагарників, каміння, купин, валів і куп.

9.17 Топографічне рекогносцирувальне обстеження ділянки виконується методом візуального порівняння місцевості з наявним топографічним планом і генпланом збудованої меліоративної системи.

9.18 Рекогносцирувальні гідрологічні обстеження включають:

виявлення особливостей умов формування стоку;

загальну оцінку стану природної та штучної гідрографічної мережі і гідротехнічних споруд на системі і підпор осушувальної мережі.

9.19 При гідрогеологічному рекогносцирувальному обстеженні необхідно визначити наявність ґрунтово-напірних вод, місця виклинювання ґрунтових вод, їх багатоводність і встановити причини перезволоження осушуваних земель.

9.20 За результатами обстеження складається акт, до якого додаються такі матеріали:

план осушувальної мережі з нанесенням меж перезвожених контурів, пунктів розкопок дренажу, місць виклинювання ґрунтових і ґрунтово-напірних вод;

стислі звіти про рекогносцирувальні обстеження.

9.21 В акті обстежень осушуваної ділянки даються висновки про необхідність проведення реконструкції або ремонтних робіт, експлуатаційних заходів, інтенсифікації сільськогосподарського використання земель та ін.

9.22 Матеріали відбору об'єктів реконструкції, підписані відповідальними представниками замовника, землекористувача, проектної та експлуатаційної організацій передаються замовнику.

Причини незадовільного стану об'єктів реконструкції

9.23 Причинами незадовільного меліоративного стану осушуваних земель є: невідповідність використаних норм проектування сучасним вимогам, упущеннями і помилками при вишукуваннях і в розрахунках параметрів осушувальних систем; низькою якістю будівництва осушувальних систем; порушенням правил технічної експлуатації осушувальних систем і сільськогосподарського використання осушуваних земель; фізичним зносом конструкцій і матеріалів, аварійними відмовами тощо.

9.24 Незадовільний водний режим може бути обумовлений такими причинами: метеорологічними умовами; станом полів; незадовільною роботою регулюючої осушувальної мережі, поганим станом провідної та захисної мереж, незадовільним режимом роботи осушувальних насосних станцій.

9.25 Конкретні причини незадовільного стану об'єкта реконструкції визначаються під час вишукувань на підставі аналізу метеорологічних даних, проектної та виконавчої

документації, паспортів систем, статистичної звітності господарств, матеріалів спостережень за водним режимом річок і польових обстежень технічного стану водоприймача, осушувальної мережі і споруд.

9.26 До незадовільних метеорологічних умов, що викликають незадовільний водний режим, слід віднести випадання зливових або затяжних дощів великої інтенсивності в основні періоди дії осушувальних систем (посівний, вегетаційний, збиральний).

9.27 Причинами тривалого застою поверхневих вод або зосередження їх в окремих зниженнях є: наявність замкнутих знижень; слабка водопроникність ґрунтів внаслідок кольматажу поверхневого шару дрібнодисперсними частинками, набухання слабооструктурених ґрунтових різновидів, ущільнення плугової підшви і орного шару сільськогосподарською технікою; відсутність або недостатня ефективність заходів щодо організації та прискорення поверхневого стоку (особливо на слабопроникних ґрунтах); незадовільна робота регулюючої осушувальної мережі.

Розвинутий мікрорельєф і відсутність заходів для організації та прискорення поверхневого стоку свідчать про незадовільну експлуатацію осушувальних систем. Крім того, можливо, що при проектуванні або будівництві осушувальних систем не був передбачений або не був виконаний повний комплекс заходів для прискорення та організації поверхневого стоку (будівництво колодязів-вбирачів, влаштування закритих збирачів, згущення дренажу в замкнутих зниженнях та ін.).

9.28 Незадовільна робота захисної та провідної мереж, пов'язана з умовами пропускання розрахункових витрат води, є наслідком однієї або кількох з перелічених нижче причин, які попередньо визначаються при рекогносцирувальному обстеженні та уточнюються при гідрологічних вишукуваннях:

недостатній обсяг гідрологічних вишукувань і неточність визначення розрахункових витрат провідних і захисних каналів:

зменшення пропускної здатності каналів у процесі експлуатації осушувальних систем через руйнування, заростання і замулення каналів і споруд на них;

недостатня прийнята подача осушувальної насосної станції.

9.29 При обстеженні дренажних систем установлюється загальна ефективність роботи дренажу шляхом його вибіркового розкриття і огляду.

При незадовільній роботі дренажу спочатку обстежують колектор. При задовільному стані колектора встановлюються причини незадовільної роботи дренажу (недостатня водоприймальна здатність дрен, збільшення порівняно з діючими нормативами відстані між дренами, недостатня глибина їх закладання, замулення, закупорювання биків і завохрювання дрен тощо).

9.30 Однією з основних причин незадовільного меліоративного стану осушуваного об'єкта при певних гідрогеологічних умовах є локальне або площове підживлення ґрунтово-напірними водами.

9.31 Класифікація основних причин і способів реконструкції наводиться в таблиці 9.1.

Особливості вишукувань для проектування реконструкції

9.32 Вишукування проводяться відповідно до вимог нормативних документів, зазначених у розділі 2, з урахуванням вимог цих норм і включають: топографо-геодезичні, інженерно-геологічні і гідрогеологічні, ґрунтово-меліоративні, ботаніко-культуртехнічні, гідрологічні, меліоративно-гідротехнічні види робіт.

9.33 До топографо-геодезичних вишукувань для складання проекту реконструкції польдерних систем входять такі роботи:

- оновлення топографічної основи ділянки реконструкції;
- отримання поздовжніх і поперечних профілів каналів і водоприймачів;
- складання ескізів і зйомка існуючих інженерних споруд;
- прив'язка свердловин;
- геодезичне забезпечення місць розкопок колекторів і дрен.

9.33 Топографічна основа підлягає оновленню шляхом коректури наявних топопланів при зміні контурів і рельєфу менше ніж на 35 %. При зміні ситуації і рельєфу більше, ніж на 35 %, топографічну зйомку слід виконувати заново.

Оновлений топографічний план необхідно складати в раніше прийнятому розграфленні планшетів зі збереженням наявної системи координат і висот. Якщо на топоплані прийнято умовну систему висот, то визначається поправка для перерахунку відміток в державну систему.

При виконанні нової топографічної зйомки або коректури топографічних планів слід на топографічну основу наносити закриті колектори і дрени, використовуючи при цьому виконавчу документацію, матеріали винесення проекту в натуру і матеріали аерофотозйомки масштабів 1:20000 і більше, а також матеріали обстежень при відборі об'єктів реконструкції.

9.35 У разі відсутності або незадовільної якості зазначених матеріалів для визначення планово-висотного положення закритих колекторів і дрен потрібно здійснювати їх розкопування та інструментальну зйомку.

Трасувальні та геодезичні роботи під час геологічних, ґрунтових, гідротехнічних і гідрологічних вишукувань, зйомки озер, річок і каналів слід виконувати відповідно до вимог діючих нормативних документів стосовно інженерних вишукувань для меліоративного будівництва.

Таблиця 9.1

Причина реконструкції	Фактори, що визначають причину реконструкції	Основний спосіб реконструкції
Необхідність інтенсифікації господарського виробництва і пов'язані з нею зміни характеру використання осушених земель	Невідповідність існуючого водного режиму осушених земель вимогам сільськогосподарського виробництва (за тривалістю затоплення, строкам відведення води з кореневмісного шару, режиму осушення протягом річного циклу сільськогосподарського виробництва)	Заміна закритої осушувальної мережі на закриту зі збереженням окремих елементів і споруд систем. Проведення заходів щодо організації поверхневого стоку. Будівництво осушувально-зволожувальних систем на базі закритого дренажу. Згущення закритого дренажу з використанням існуючих колекторів і дрен. Проведення заходів щодо організації поверхневого стоку. Переведення осушувальних систем в осушувально-зволожувальні. Поглиблення і вирівнювання русел магістральних каналів і переобладнання колекторно-дренажної мережі. Переобладнання насосних станцій в зв'язку з модернізацією насосно-силового обладнання. Нарощування дамб обвалування, укріплення їх тіла і укосів. Переведення осушувальних систем в осушувально-зволожувальні водооборотні системи.
Існуючі небажані зміни природної обстановки на осушених землях і прилеглих до них територій, пов'язані з технічною недосконалістю польдерних осушувальних систем	Наявність підпірних споруд на водоприймачі (провідній мережі), затоплення і підтоплення осушуваних земель і прилеглих до них територій. Невідповідність режиму стоку території, що склався після осушення земель, вимогам охорони природи (за розподілом і якістю вод, що скидаються, тощо)	Заміна відкритої осушувальної мережі на закриту. Будівництво осушувально-зволожувальних систем зі збереженням відкритої провідної і нагінно-ловильної мережі. Будівництво нагінно-ловильних каналів і ловильних дрен. Регулювання стоку водоприймача. Будівництво водооборотних осушувально-зволожувальних систем. Поглиблення і виправлення русел магістральних каналів і переобладнання колекторно-дренажної мережі. Нарощування існуючих дамб, укріплення їх тіла і укосів.

Закінчення таблиці 9.1

Причина реконструкції	Фактори, що визначають причину реконструкції	Основний спосіб реконструкції
Незворотні зміни параметрів осушувальних систем і споруд, пов'язані з процесами морального старіння і фізичного зносу	<p>Недостатня ефективність осушення земель, низькі показники надійності та якості роботи осушувальних систем, часті відмови елементів і споруд систем в ході їх експлуатації, високі поточні витрати матеріально-технічних ресурсів і трудовитрат, виявлені недосконалі рішення при проектуванні і будівництві систем.</p> <p>Невдає планове розміщення і компонування осушувальних систем і організація осушуваної території.</p> <p>Наявність елементів осушувальних систем з параметрами, що не відповідають діючим нормативам, при незадовільному стані осушених земель.</p> <p>Незадовільний стан елементів польдерних систем, вироблення технічного ресурсу споруд, конструкцій та матеріалів за строками придатності в ході експлуатації систем, замулення і закупорювання дренажних ліній тощо.</p> <p>Наявність суттєвих відхилень будівельних параметрів систем від проектних, зруйнованих споруд тощо, які не усуваються під час їх ремонту.</p> <p>Недостатні обсяги робіт, пов'язаних з початковим освоєнням і окультуренням осушуваних земель</p>	<p>Заміна відкритої осушувальної мережі на закриту. Будівництво осушувально-зволожувальних систем на основі закритого дренажу.</p> <p>Згущення дренажу, збільшення глибини його закладення, будівництво нових дренажних ліній і відновлення працездатності існуючого дренажу (промивання).</p> <p>Об'єднання заново збудованого і існуючого дренажу в єдину систему.</p> <p>Проведення комплексу заходів щодо організації поверхневого стоку.</p> <p>Заглиблення і виправлення русел провідних каналів.</p> <p>Будівництво нової або доповнення існуючої колекторно-дренажної мережі.</p> <p>Додаткове влаштування нагірно-ловильної мережі.</p> <p>Перебудова насосних станцій і модернізація насосно-силового обладнання.</p> <p>Відновлення працездатності або нарощування дамб обвалування, укріплення їх тіла і укосів, підвищення надійності і капітальності споруд.</p> <p>Переведення осушувальних систем в осушувально-зволожувальні водооборотні системи</p>

9.36 Склад і обсяги додаткових інженерно-геологічних і гідрогеологічних вишукувань на ділянках реконструкції осушувальних систем слід призначати на підставі аналізу наявних матеріалів.

Додаткові інженерно-геологічні та гідрогеологічні вишукування виконуються, якщо потрібно: уточнити геологічну будову і гідрогеологічні характеристики ґрунтів на перезволожених ділянках з ґрунтово-напірним водним живленням з оцінкою напірного живлення і можливості їх осушення; визначення вмісту закисного заліза в ґрунтових водах;

визначення геологічної будови ґрунтів для нових трас водоприймачів, магістральних каналів, дамб обвалування і на площах споруд, що проектується заново; визначення водно-фізичних властивостей ґрунтів і дренажної засипки в слабоводопроникних ґрунтах.

9.37 При наявності кондиційних інженерно-геологічних і гідрогеологічних матеріалів і задовільному стані контуру додаткові повсюдні (площові) вишукування не виконуються. При некондиційному матеріалі необхідно здійснювати додаткові повсюдні (площові) вишукування з урахуванням наявних даних в обсягах, що задовольняють вимогам діючих нормативів на нове будівництво. При відсутності матеріалів минулих років вишукування слід виконувати в повному обсязі відповідно до вимог ВСН 33.2.1-05.

9.38 За результатами додаткових інженерно-геологічних і гідрогеологічних вишукувань з урахуванням матеріалів вишукувань минулих років необхідно скласти (уточнити):

пояснювальну записку, що включає дані про інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови ділянки для обґрунтування проектних рішень і умови виконання будівельних робіт;

інженерно-геологічну і гідрогеологічну карту, суміщену з ґрунтово-меліоративною; інженерно-геологічні і гідрогеологічні розрізи за основними характерними напрямками;

інженерно-геологічні розрізи по осях і трасах споруд, що проектується.

9.39 Ґрунтово-меліоративні та ботаніко-культуртехнічні вишукування на об'єктах реконструкції слід виконувати для визначення наявного меліоративного стану осушених земель і обґрунтування додаткових заходів, що забезпечують необхідний рівень їх окультуреності.

Вишукування повинні виконуватися переважно впродовж весняного і осіннього періодів.

На осушуваних територіях, не забезпечених матеріалами минулих років, ґрунтово-меліоративну зйомку слід виконувати в повному обсязі, передбаченому для об'єктів нового меліоративного будівництва.

9.40 Наявні картографічні матеріали вишукувань минулих років необхідно доповнити даними нової ґрунтово-меліоративної зйомки, що виконується на всій площі об'єкта з розкриттям товщі ґрунтів до глибини закладення дренажу.

Агрохімічну характеристику ґрунтів слід обґрунтовувати матеріалами агрохімічної служби або даними зйомки, що виконується за затвердженою методикою.

9.41 Ботаніко-культуртехнічну зйомку необхідно здійснювати в повному обсязі на всій площі осушуваних ділянок, передбачених для реконструкції.

9.42 Внаслідок проведення вишукувань, систематизації та обробки отриманих матеріалів і матеріалів минулих років повинні бути складені:

1) ґрунтово-меліоративна карта, на якій відображається існуючий стан ґрунтів об'єкта та їх властивості з підрозділом на групи:

- у край незадовільний стан ґрунтів, тобто які зберігають природний водний режим або повторно заболочені і потребують комплексної меліорації;
- незадовільний стан ґрунтів, що характеризуються тривалістю поверхневого перезволоження або рівнями ґрунтових вод, які перевищують встановлені нормативи, і потребують гідротехнічних меліорацій;
- задовільний стан ґрунтів, що потребують додаткових агро меліоративних заходів;
- гарний стан ґрунтів, що не потребують додаткових заходів;

- 2) карта рослинності і культуртехнічного стану об'єкта;
- 3) картограми агрохімічних характеристик гумусового горизонту ґрунтів;
- 4) пояснювальна записка до картографічних матеріалів.

9.43 Гідрологічні вишукування слід здійснювати для встановлення гідрологічних характеристик, необхідних для обґрунтування проектів реконструкції. Склад цих гідрологічних характеристик і методика їх визначення регламентуються СНиП 2.01-14 і ВСН 33.2.1-10.

9.44 Склад і обсяг гідрологічних вишукувань на об'єкті реконструкції визначаються можливістю використання матеріалів вишукувань минулих років і ступенем зміни природних умов з моменту проведення початкових вишукувань.

Для визначення складу і обсягу гідрологічних вишукувань необхідно виконати такі підготовчі роботи:

проаналізувати результати раніше проведених вишукувань і відповідність їх сучасним вимогам до повноти, складу і якості матеріалу;

виконати рекогносцирувальне обстеження району розміщення об'єкта для виявлення ступеня зміни гідрологічного режиму водоприймачів (площі водозбору, уклони водотоків і схилів, результати господарської діяльності тощо).

9.45 При відповідності результатів раніше виконаних вишукувань вимогам сучасних нормативних документів додаткові гідрологічні вишукування не виконуються, за винятком визначення хімічного складу поверхневих вод на ділянках з інтенсивним ґрунтовим і ґрунтово-напірним живленням.

У випадку невідповідності результатів раніше виконаних вишукувань сучасним нормативним документам і зміни гідрологічного режиму території необхідно виконувати додаткові польові гідрологічні вишукування (часткові або повні).

9.46 Внаслідок гідрологічних вишукувань і розрахунків необхідно скласти гідрологічний звіт з обґрунтуванням розрахункових гідрологічних характеристик і методики їх розрахунку.

При відповідності результатів раніше виконаних вишукувань сучасним вимогам до звіту включаються матеріали, що стосуються обґрунтування повноти і надійності визначення характеристик попередніх вишукувань, стабільності гідрологічного режиму, а також хімічного складу поверхневих вод.

9.47 Меліоративно-гідротехнічні вишукування виконуються для визначення і уточнення стану споруд, доріг, осушувальної мережі, можливості їх подальшого використання. Вишукування слід здійснювати, як правило, одночасно з топографо-геодезичними роботами і переважно у весняний або осінній періоди року шляхом візуального та інструментального обстеження елементів осушувальних систем.

9.48 До складу робіт при меліоративно-гідротехнічних вишукуваннях повинно входити:

- картування скупчень поверхневих вод (вимочення сільськогосподарських культур) за допомогою аерометодів або наземним способом;

- визначення положення рівня ґрунтових вод (верховодки) за допомогою спостережних свердловин або прикопок в орному шарі;

- вимірювання дренажного стоку в устьях колекторів (дрен);

- визначення і уточнення технічного стану провідних, регулювальних і захисних каналів, дренажної мережі, споруд, дамб обвалування, насосних станцій, доріг тощо;

- розкопування дренажних і колекторів на надлишково-зволожених ділянках.

9.49 На надлишково-зволожених контурах для встановлення і уточнення причин, що зумовлюють перезволоження раніше осушених земель, а також визначення стану закритої осушувальної мережі здійснюється розкопування дренажних і колекторів, як правило, в устевій частині. Кількість розкопувань дренажу визначається з урахуванням матеріалів, отриманих при рекогносцирувальному обстеженні, і залежно від площі перезволоженого контуру площею не менше 3 га повинно бути як мінімум одне розкриття дренажу. При розкопуваннях керамічного дренажу здійснюється також нівелювання розкритих колекторів (дрен) шляхом їх зондування не менше ніж через 20 м. У зв'язку з тим, що неможливо зондувати пластмасовий дренаж, нівелювання здійснюється після його розкриття шурфами не менше ніж в двох точках (у верхів'ї та в устевій частині).

Планово-висотне положення дренажу в місцях його розкопок визначається при топографо-геодезичних вишукуваннях і уточнюється при винесенні проекту в натуру в період будівництва.

9.50 Після проведення меліоративно-гідротехнічних вишукувань надається звіт (пояснювальна записка) і план осушувальної мережі (в масштабі 1:2000) з нанесеними контурами скупчень поверхневих вод (вимочень), відмітками положення рівня ґрунтових вод і вимірними модулями дренажного стоку для всіх повторних обстежень.

9.52 Звіт (пояснювальна записка) повинен містити:

- характеристику стану водоприймача, провідних, регулювальних і захисних каналів, дренажної мережі, споруд, доріг тощо із зазначенням можливості їх подальшого використання;

- оцінку ефективності дії осушувальних систем;

акти обстежень з висновками про причини незадовільного меліоративного стану ділянки, необхідності проведення реконструкції, ремонтних робіт, експлуатаційних заходів; відомості про водний режим, які є у землекористувача та експлуатаційної організації (гідрогеолого-меліоративної партії).

Проектування об'єктів реконструкції

9.53 Розробка проектної документації на реконструкцію польдерних систем виконується на підставі матеріалів меліоративно-гідротехнічного обстеження об'єктів, використання даних раніше виконаних і додаткових вишукувань.

9.54 Склад меліоративних заходів, необхідність влаштування додаткових елементів осушувальної мережі, гідротехнічних споруд, засобів автоматизації, доріг встановлюється на підставі аналізу причин незадовільного стану польдерних систем, передбачуваних способів реконструкції, перелічених в таблиці 9.1.

9.55 Проектування реконструкції польдерних систем слід виконувати, керуючись положеннями і вимогами діючих нормативних документів так само, як при новому будівництві, з урахуванням особливостей реконструкції.

9.56 При проектуванні реконструкції польдерних систем необхідно провести аналіз змін у верхніх шарах ґрунту за час експлуатації польдерної системи. Надзвичайно важливо встановити величину спрацювання торфу і дати достовірний прогноз подальшого його осідання.

Під впливом осушення торф ущільнюється. Зменшення об'єму торфу внаслідок зменшення вмісту в ньому води і зниження поверхні торф'яника внаслідок осідання торфу, його ущільнення під дією динамічного тиску води, біохімічного розкладу, механічної та хімічної суфозії, вітрової і водної ерозії та інших причин залежить від вихідної потужності покладу і ступеня розкладу торфу, глибини зниження рівнів ґрунтових вод, яка, в свою чергу, залежить від глибини каналів (дрен), кліматичних умов місцевості та інших факторів.

Осідання торфу по глибині покладу поширюється нерівномірно: максимальна в зоні неповного насичення (в шарі до рівня ґрунтових вод в межений період), мінімальна – в шарі нижче глибини каналів (дрен), де вона у 2-5 разів є нижчою, ніж у верхніх горизонтах.

Орієнтовно осідання приймають у розмірі 10-15 % глибини каналу для щільного торфу і 30-40 % для пухкого торфу.

Осідання торфу визначають за формулами:

для низинних боліт

$$h_{oc} = 0,18 \kappa H^{0,35} t^{0,64} \quad (9.1)$$

для верхових боліт

$$h_{oc} = 0,16 \kappa H^{0,52} t^{0,63} \quad (9.2)$$

де h_{oc} – осідання (зниження поверхні) торфу біля бровки каналу, м;

t – глибина каналу, м;

H – потужність торфу до осідання, м;

κ – коефіцієнт, який залежить від щільності торфу і має такі значення: для щільного торфу $\kappa = 1,0$; середньощільного $\kappa = 1,4$; пухкого $\kappa = 27-20$, майже пливучого $\kappa = 5,4-3,8$.

Умови, для яких дається значення κ , визначають візуально. Точніше їх можна прийняти залежно від середньої щільності:

Середня щільність, г/см ³	0,06	0,065	0,075	0,09	0,11	$\geq 0,12$
κ	5,4	3,8	2,7	2,0	1,4	1,0

Наближено щорічне осідання і спрацювання торфу (м) з урахуванням природно-кліматичних умов місцевості визначають за формулою

$$h_0 = 0,08 H \alpha^{1,4} \sqrt{m / e^{\beta T}}, \quad (9.3)$$

де H – середня глибина залягання ґрунтових вод, м;

m – потужність торф'яного покладу, м;

α – кліматичний параметр;

$$\alpha = 100 t / P$$

t – середньорічна температура повітря, С°;

P – річна норма опадів, мм;

T – тривалість періоду, для якого розраховують осідання торфу;

β – коефіцієнт; $\beta = 0,1 + 0,02 \alpha - 0,0025 T$.

Після осушення торф'яних ґрунтів при тривалому сільськогосподарському їх використанні потужність покладу торфу зменшується, і поверхня землі наближається до мінерального дна болота. Тривалість його спрацювання від вихідної H_0 до глибини $H_{min} = 20$ см визначають за формулою

$$T = \frac{\ln \left(1 - \frac{H_0 - H_{min}}{A H_0} \right) + a(z + c)}{b(z + c)}, \quad (9.4)$$

де H – початкова потужність торф'яного покладу, м;

z – норма осушення, м (лугові культури $z = 0,7-0,8$ м, зернові та просапні $z = 0,9-1,1$ м);

c – середнє перевищення кривої депресії над дном каналу (дрени), $c = 0,2-0,4$ м;

a, b – коефіцієнти швидкості осідання. В Україні, Білорусі прийнято $a = 0,07$ м⁻¹,

$$b = 0,06$$
 м⁻¹/рік.

Продовжити строк існування торф'яників можна шляхом використання їх під луго-ві угіддя або під зерново-просапні культури, які збільшують цей строк порівняно з просапними сівообігами відповідно майже на 100 % і 30 %.

Осідання торфу і пов'язані з цим зміни водно-фізичних властивостей торфу потрібно враховувати при виборі відстані між осушувальними каналами (дренами), режимів осушення і додаткового зволоження ґрунтів, плануванні агротехнічних та інших заходів.

9.57 При реконструкції осушувальної мережі слід, якщо можна, зберігати наявні магістральні канали і захисну мережу з початковими параметрами, обмежуючись роботами, пов'язаними з розчищенням дна і видаленням рослинності.

9.58 На період виконання робіт з реконструкції системи слід передбачити необхідні заходи щодо тимчасового відведення поверхневих і ґрунтових вод.

9.59 Розширення і поглиблення наявних каналів, нарощування дамб слід здійснювати, зберігаючи усталені та закріплені укоси.

9.60 Засипання наявних каналів необхідно здійснювати вниз за течією, попередньо забезпечивши скидання води.

9.61 При проектуванні слід, якщо є можливість, забезпечувати баланс земляних мас, передбачаючи засипання каналів і знижень, що ліквідуються, ґрунтом з каналів, які заново влаштовуються.

10 ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПОЛЬДЕРНИХ СИСТЕМ

10.1 В проекті будівництва і реконструкції польдерних систем повинні бути вирішені такі питання технічної експлуатації насосних станцій:

- рівні і терміни самопливного скидання води;

- порядок заповнення і спорожнення затоплюваних польдерів під час різних за водністю повеней і паводків;

- експлуатаційні рівні відкачування;

- рівні ґрунтових вод, при яких є потреба у подачі води на зволоження;

- особливості обслуговування насосно-силового обладнання і засобів автоматики, сміттєзатримувальних ґрат, рибозагороджувачів, шлюзових затворів тощо;

- періодичність і порядок огляду і ремонту обладнання і апаратури;

- порядок експлуатації обладнання і апаратури в холодний період року.

10.2 В розділі з експлуатації захисних дамб зазначаються:

- найменш стійкі ділянки дамб, які потребують ретельнішого догляду;

- ділянки можливого пошкодження дамб землерийними тваринами;

- приблизний порядок догляду за травостоєм укосів, при якому забезпечується довготривала проектна стійкість укосів.

Для торф'яних дамб, зведених на органічній основі, необхідно передбачати щорічне нівелювання гребеня для своєчасного його нарощування. Слід звертати увагу на загрозу руйнування дамб гризунами. Необхідно проводити отрутохімікатну обробку нір гризунів.

10.3 Для підтримання проектної міцності дернини на укосах дамб в проекті слід рекомендувати щорічне виконання таких експлуатаційних робіт:

- після проходження весняної повені або паводка з укосів видаляється накопичене сміття, засипаються невеликі промивини, обдерновуються оголені місця;

на початку періоду вегетації вносяться мінеральні добрива; викошування укосів дамб здійснюється двічі: перший раз – до 15 липня, другий – до 15 вересня. На ділянках з великою кількістю бур'янів перше викошування здійснюється до визрівання їх насіння.

На повністю оголених місцях дернина відновлюється підсіванням травосумішей відповідно до 6.1.29.

10.4 В проєкті слід прогнозувати об'єми і витрати відкачування, які необхідно розраховувати воднобалансовим методом або визначати за регіональними емпіричними формулами.

10.5 До складу робіт з експлуатації гідравлічних засобів автоматизації входять:

- пропускання весняної повені і підготовка до вегетаційного періоду;
- настроювання регулювальних елементів на потрібний горизонт стабілізації у вегетаційний період;
- періодична перевірка стану регуляторів;
- своєчасне очищення затвору, поплавків і важелів регулятора від бруду, сміття, плаваючих стебел і кореневих залишків;
- поточний ремонт і фарбування;
- установка затвора на зимовий режим експлуатації (після закінчення вегетаційного періоду).

10.6 Пропускання весняної повені здійснюється при повністю відкритих затворах регуляторів. До кінця повені провадиться підготовка до роботи у вегетаційний період, яка включає перевірку працездатності регулятора, надійності ущільнень, змащення шарнірів, справності окремих елементів.

10.7 Настроювання регулювальних елементів на потрібний горизонт стабілізації здійснюється після весняної повені при опусканні рівнів ґрунтових вод на найбільш знижених місцях до норми осушення періоду передпосівної обробки.

10.8 Після закінчення вегетаційного періоду для експлуатації в зимових умовах затвори повністю відкриваються і, якщо передбачено конструкцією, фіксуються в такому положенні.

10.9 Експлуатаційні горизонти в аванкамері насосної станції встановлюються з розрахунку забезпечення на найвіддаленіших регуляторах верхнього б'єфа, які скидають надлишковий стік з модульних ділянок, перепаду рівнів в б'єфах не менше 0,1 м.

Додаток А

(обов'язковий)

Терміни і визначення

1. **Водоприймач** – природний або штучний водотік або водойма, а також зниження рельєфу, в які відводяться води з якої-небудь території.
2. **Водозлив-проріз** – водозлив, що влаштовується в затоплюваних дамбах для вирівнювання рівнів у водоприймачі і на польдері.
3. **Заплавний польдер** – польдер, розміщений на обвалованій заплаві річки, що слугує водоприймачем.
4. **Незатоплюваний (зимовий) польдер** – польдер, захищений від затоплення впродовж усього року.
5. **Захисна дамба** – гідротехнічна споруда, призначена для захисту земель від затоплення поверхневими водами.
6. **Незатоплюваний польдер** – польдер, захищений від затоплення осінньо-літніми паводками у вегетаційний період.
7. **Механічний водовідвід** – відведення надлишкових вод з осушуваної території за допомогою механічного водопідйому.
8. **Низинний польдер** – польдер, розміщений на низинних землях на берегах озер, водосховищ.
9. **Норма осушення** – величина зниження рівняч ґрунтових вод на осушуваній території, необхідна для нормального розвитку сільськогосподарських культур.
10. **Обвалування** – система захисних дамб вздовж берегів річок, озер, водосховищ.
11. **Осушувальна система** – система гідротехнічних і допоміжних споруд, призначених для осушення земель.
12. **Осушувально-зволожувальна система** – система гідротехнічних і допоміжних споруд, призначених для осушення і зволоження земель.
13. **Польдерна система** – осушена, освоєна і обвалована територія, яка лежить нижче рівня річки, озера, водосховища.
14. **Польдерна водооборотна система** – польдерна система, до складу якої входять спеціальні наливні водойми для акумуляції дренажного стоку і використання його для зволоження земель.
15. **Розподільні дамби** – дамби, що розділяють затоплюваний польдер на ділянки для регулювання тривалості їх затоплення з урахуванням характеру сільськогосподарського використання.
16. **Регулювальний резервуар** – резервуар для води, який передбачається для оптимізації режиму роботи насосної станції.
17. **Самопливний польдер** – польдер з самопливним відведенням поверхневих і дренажних вод.
18. **Суміщений польдер** – незатоплюваний і затоплюваний польдери, об'єднані в одну систему.

Додаток Б

(довідковий)

Перелік нормативних документів, на які є посилання у ВБН

У цих нормах наведено посилання на такі нормативні документи:

- * ДСТУ Б А.2.4-4-99 Основні вимоги до проектної та робочої документації;
- * ДБН В 2.4-1-99 Меліоративні системи та споруди;
- * ДБН Б 2.4-3-95 Планування і забудова сільських поселень. Генеральні плани сільськогосподарських підприємств;
- * СНиП 1.02.07-87 Инженерные изыскания для строительства;
- * СНиП 2.01.14-83 Определение расчетных гидрологических характеристик;
- * СНиП 2.02.02-85 Основания гидротехнических сооружений;
- * СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения;
- * СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения;
- * СНиП 2.06.01-86 Гидротехнические сооружения. Основные положения;
- * СНиП 2.06.04-82* Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения;
- * СНиП 2.06.06-15-85 Инженерная защита территорий от затопления и подтопления;
- * СНиП 11-89-90 Генеральные планы промышленных предприятий;
- * ГОСТ 22733-77 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности;
- * ВСН 33-2.1-02-91 Гидромелиоративные системы и сооружения. Почвенные изыскания;
- * ВСН 33-2.1-05-90 Гидромелиоративные системы и сооружения. Гидрогеологические и инженерно-геологические изыскания;
- * ВСН 33-2.1-07-90 Гидромелиоративные системы и сооружения. Инженерно-геодезические изыскания;
- * ВСН 33-2.1-10-91 Гидромелиоративные системы и сооружения. Инженерно-гидрометеорологические изыскания;
- * ВСН 33-2.2-12-87 Мелиоративные системы и сооружения. Насосные станции. Нормы проектирования;
- * НТД 33.63-74-87 Руководство по проектированию осушительных систем в Украинской ССР;
- * Методические рекомендации по проектированию биологических прудов (Госгражданстрой, ЦНИИЭП инженерного оборудования. Москва, 1980)

Додаток В
(рекомендований)

**Визначення оптимального розміщення дамб у плані та
розрахункового рівня з урахуванням нерівномірного руху
води**

Рекомендується така послідовність визначення розміщення дамб у плані:

1. Передбачається кілька варіантів розміщення дамб у плані (з різними відстанями між ними).
2. Для кожного варіанта розраховуються очікувані розрахункові витрати і рівні води.
3. Використовуючи отримані максимальні рівні, здійснюється техніко-економічне порівняння варіантів. Як остаточний приймають варіант з найменшими зведеними витратами. При практичному збігу зведених витрат ряду варіантів приймається той, якому віддається перевага за якими-небудь формальними, наприклад естетичними (кращі умови для формування майбутнього ландшафту) міркуваннями.

Якщо в безпосередній близькості від польдерів, що проектуються, не провадилися багаторічні гідрометричні спостереження, то розрахункові максимальні витрати визначаються за емпіричними залежностями або річками-аналогами, де не спостерігається суттєвої трансформації паводкових хвиль на затоплюваних заплавах. В цих випадках немає підстави вводити поправки до максимальних витрат за рахунок ефекту зменшення трансформації паводкових хвиль внаслідок улаштування польдерів.

При наявності багаторічних спостережень за рівнями і витратами на ділянці річки, що проектується, а також вище і нижче нього слід враховувати зміни максимальних витрат внаслідок обвалування.

При двосторонньому обвалуванні русла річки пропускна здатність міждамбового простору зменшується порівняно з розрахунковою до 30 %.

Розрахунок максимальних рівнів води полягає у побудові кривої вільної поверхні в природних умовах з заплавою.

Русло річки необхідно розбити на окремі характерні ділянки і для кожного з них визначити: площі поперечного перерізу, змочені периметри, коефіцієнти шорсткості. При одноманітному характері русла річки і заплави довжину окремих ділянок рекомендовано вибирати так, щоб падіння вільної поверхні води у межах ділянки не перевищувало 0,2-0,4 м.

Перед безпосереднім розрахунком вільної поверхні води необхідно побудувати графіки залежності модуля опору від відмітки рівня води в річці в природному стані і при обвалуванні

$$\bar{z} = \frac{1}{2}(z_b + z_n), \quad (\text{В.1})$$

де z_b, z_n – відмітка вільної поверхні відповідно у верхньому і нижньому створах виділених ділянок.

Для цього потрібно з ряду рівнів (наприклад, через кожні 0,25 і 0,5 м) в інтервалі можливих коливань поверхні води визначити площі поперечних перерізів і змочені периметри потоку в межах основного русла і заплави.

При двобічній заплаві відповідні величини поперечних перерізів і змочених периметрів підсумовуються.

Для кожного із заданих рівнів розраховується модуль опорів за такою залежністю

$$F = \frac{1}{\left(K_p \omega_p C_p \sqrt{\frac{\omega_p}{\chi_p l_p}} + K_n \omega_n C_n \sqrt{\frac{\omega_n}{\chi_n l_n}} \right)^2}, \quad (\text{B.2})$$

де K_p, K_n – коректуючі коефіцієнти до швидкості потоку відповідно для русла і заплави; приймаються відповідно до таблиці В.1 при відомих середніх величинах ширини русла і частини заплави B , що затоплюється без обвалування.

Таблиця В.1

$\frac{B-b}{b}$	K_p	K_n
1	1,00	1,00
1-5	0,95	1,03
5-10	0,90	1,07
більше 10	0,85	1,10

ω_p, ω_n – площі поперечного перерізу русла і заплави;

χ_p, χ_n – змочені периметри русла і заплави;

l_p, l_n – довжини ділянки по руслу і заплаві;

C_p, C_n – швидкісні множники для русла і заплави, визначаються за формулами:

$$C_p = \frac{1}{n_p} \left(\frac{\omega_p}{\chi_p} \right)^{y_p}, \quad C_n = \frac{1}{n_n} \left(\frac{\omega_n}{\chi_n} \right)^{y_n},$$

$$y_p = 2,5\sqrt{n_p} - 0,75\sqrt[3]{n_p} - 0,1\sqrt[3]{\frac{\omega_p}{\chi_p}} - 0,13,$$

$$y_n = 2,5\sqrt{n_n} - 0,75\sqrt[3]{n_n} - 0,1\sqrt[3]{\frac{\omega_n}{\chi_n}} - 0,13,$$

де n_p, n_n – коефіцієнти шорсткості русел і заплави.

Розрахунок вільної поверхні води здійснюється від ділянки до ділянки знизу вверх підбором, з використанням залежності

$$z_b = z_n + FQ^2. \quad (\text{B.3})$$

В останньому нижньому створі відмітка вільної поверхні для всіх розрахункових випадків повинна бути відома. Тому побудову кривої вільної поверхні необхідно починати з такого створу нижче обвалованої ділянки, де відповідні розрахункові рівні вже відомі або визначені іншими способами (наприклад, від впадання річки в озеро або створу, де є гідрометричні спостереження).

При побудові кривої вільної поверхні води в природних умовах перевіряється правильність визначення коефіцієнтів шорсткості русла і заплави n_p і n_n .

При обвалуванні малопроточних заплав наближена оцінка зміни максимальної витрати може бути виконана за такою залежністю

$$Q = Q_b + \Delta Q \left(1 - \frac{F_1}{F_2} \right), \quad (\text{В.4})$$

де Q – максимальна витрата після обвалування;

Q_b – максимальна витрата до обвалування;

ΔQ – зменшення максимальної витрати на ділянці річки, що розглядається, в природних умовах, тобто різниця максимального сумарного припливу і максимальної витрати в нижньому створі;

F_1, F_2 – площа дзеркала водної поверхні при розрахунковій максимальній витраті до і після обвалування.

Додаток Г

(рекомендований)

Допоміжні таблиці для розрахунку вертикальних нормальних напруг в основі дамби

Таблиця Г.1 - Значення σ_z/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,25$, $l_2/b = 0,25$)

z/b	$\sigma_z/p \quad x/b$												
	0,0	0,12	0,25	0,37	0,50	0,62	0,75	0,87	1,00	1,12	1,25	1,37	1,50
0,00	0,003	0,500	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	0,500	0,003
0,25	0,249	0,498	0,748	0,892	0,950	0,971	0,976	0,971	0,950	0,892	0,748	0,498	0,249
0,50	0,344	0,488	0,632	0,748	0,824	0,864	0,877	0,864	0,824	0,748	0,632	0,488	0,344
0,75	0,372	0,468	0,562	0,642	0,703	0,739	0,751	0,739	0,703	0,642	0,562	0,468	0,372
1,00	0,373	0,440	0,504	0,560	0,603	0,630	0,639	0,630	0,603	0,560	0,504	0,440	0,373
1,25	0,360	0,409	0,454	0,493	0,522	0,541	0,548	0,541	0,522	0,493	0,454	0,409	0,360
1,50	0,342	0,377	0,410	0,437	0,458	0,471	0,476	0,471	0,458	0,437	0,410	0,377	0,342
1,75	0,321	0,348	0,371	0,391	0,406	0,416	0,419	0,416	0,406	0,391	0,371	0,348	0,321
2,00	0,300	0,320	0,338	0,353	0,364	0,371	0,373	0,371	0,364	0,353	0,338	0,320	0,300
2,25	0,281	0,296	0,310	0,321	0,329	0,334	0,336	0,334	0,329	0,321	0,310	0,296	0,281
2,50	0,262	0,275	0,285	0,294	0,300	0,304	0,305	0,304	0,300	0,294	0,285	0,275	0,262
2,75	0,246	0,255	0,264	0,271	0,275	0,278	0,280	0,278	0,275	0,271	0,264	0,255	0,246
3,00	0,231	0,238	0,245	0,250	0,254	0,257	0,258	0,257	0,254	0,250	0,245	0,238	0,231
3,25	0,217	0,223	0,229	0,233	0,236	0,238	0,239	0,238	0,236	0,233	0,229	0,223	0,217
3,50	0,205	0,210	0,214	0,218	0,220	0,222	0,222	0,222	0,220	0,218	0,214	0,210	0,205
3,75	0,193	0,198	0,201	0,204	0,207	0,208	0,208	0,208	0,207	0,204	0,201	0,198	0,193
4,00	0,183	0,187	0,190	0,192	0,194	0,195	0,196	0,195	0,194	0,192	0,190	0,187	0,183
4,25	0,174	0,177	0,180	0,182	0,183	0,184	0,184	0,184	0,183	0,182	0,180	0,177	0,174
4,50	0,166	0,168	0,170	0,172	0,173	0,174	0,175	0,174	0,173	0,172	0,170	0,168	0,166
4,75	0,158	0,160	0,162	0,164	0,165	0,165	0,166	0,165	0,165	0,164	0,162	0,160	0,158
5,00	0,151	0,153	0,154	0,156	0,157	0,157	0,157	0,157	0,157	0,156	0,154	0,153	0,151
5,25	0,144	0,146	0,148	0,149	0,149	0,150	0,150	0,150	0,149	0,149	0,148	0,146	0,144
5,50	0,138	0,140	0,141	0,142	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,142	0,141	0,140	0,138
5,75	0,133	0,134	0,135	0,136	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137	0,136	0,135	0,134	0,133
6,00	0,128	0,129	0,130	0,131	0,131	0,132	0,132	0,132	0,131	0,131	0,130	0,129	0,128
6,25	0,123	0,124	0,125	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,125	0,124	0,123
6,50	0,119	0,119	0,120	0,121	0,121	0,122	0,122	0,122	0,121	0,121	0,120	0,119	0,119
6,75	0,114	0,115	0,116	0,116	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,116	0,116	0,115	0,114
7,00	0,111	0,111	0,112	0,112	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,112	0,112	0,111	0,111

Таблиця Г. 2 - Значення σ_z/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,25$, $l_2/b = 0,50$)

z/b	σ_z/p при x/b														
	0,0	0,12	0,25	0,37	0,50	0,62	0,75	0,87	1,00	1,12	1,25	1,37	1,50	1,62	1,75
0,00	0,003	0,500	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	0,750	0,500	0,250	0,002
0,25	0,249	0,499	0,748	0,893	0,951	0,973	0,980	0,978	0,967	0,934	0,850	0,696	0,499	0,301	0,147
0,50	0,345	0,491	0,636	0,752	0,830	0,875	0,893	0,891	0,867	0,816	0,736	0,623	0,491	0,359	0,244
0,75	0,377	0,474	0,569	0,653	0,717	0,759	0,779	0,777	0,754	0,711	0,646	0,566	0,475	0,382	0,296
1,00	0,381	0,450	0,516	0,576	0,623	0,656	0,672	0,671	0,654	0,621	0,574	0,516	0,451	0,384	0,319
1,25	0,371	0,422	0,470	0,512	0,546	0,570	0,582	0,582	0,570	0,546	0,512	0,470	0,423	0,373	0,324
1,50	0,355	0,393	0,428	0,459	0,484	0,501	0,510	0,510	0,501	0,484	0,459	0,429	0,394	0,357	0,319
1,75	0,336	0,365	0,391	0,414	0,432	0,445	0,451	0,451	0,445	0,433	0,415	0,392	0,366	0,338	0,308
2,00	0,317	0,339	0,359	0,376	0,390	0,399	0,404	0,404	0,399	0,390	0,377	0,360	0,340	0,318	0,295
2,25	0,298	0,315	0,330	0,344	0,354	0,361	0,365	0,365	0,361	0,354	0,344	0,331	0,316	0,299	0,280
1,50	0,280	0,293	0,306	0,316	0,324	0,329	0,332	0,332	0,329	0,324	0,316	0,306	0,294	0,281	0,266
2,75	0,263	0,274	0,284	0,292	0,298	0,302	0,305	0,305	0,303	0,298	0,292	0,284	0,275	0,264	0,252
3,00	0,248	0,257	0,264	0,271	0,276	0,279	0,281	0,281	0,279	0,276	0,271	0,265	0,257	0,248	0,239
3,25	0,234	0,241	0,247	0,253	0,257	0,259	0,261	0,261	0,260	0,257	0,253	0,248	0,241	0,234	0,226
3,50	0,221	0,227	0,232	0,236	0,240	0,242	0,243	0,243	0,242	0,240	0,237	0,233	0,227	0,221	0,215
3,75	0,209	0,214	0,219	0,222	0,225	0,227	0,228	0,228	0,227	0,225	0,222	0,219	0,215	0,210	0,204
4,00	0,199	0,203	0,207	0,210	0,212	0,213	0,214	0,214	0,213	0,212	0,210	0,207	0,203	0,199	0,194
4,25	0,189	0,192	0,196	0,198	0,200	0,201	0,202	0,202	0,201	0,200	0,198	0,196	0,193	0,189	0,185
4,50	0,180	0,183	0,186	0,188	0,190	0,191	0,191	0,191	0,191	0,190	0,188	0,186	0,183	0,182	0,177
4,75	0,172	0,174	0,177	0,179	0,180	0,181	0,181	0,182	0,181	0,180	0,179	0,177	0,175	0,172	0,169
5,00	0,164	0,167	0,169	0,170	0,171	0,172	0,173	0,173	0,172	0,171	0,170	0,169	0,167	0,164	0,162
5,25	0,157	0,159	0,161	0,162	0,164	0,164	0,165	0,165	0,164	0,164	0,163	0,161	0,159	0,157	0,155
5,50	0,151	0,153	0,154	0,155	0,156	0,157	0,157	0,157	0,157	0,156	0,156	0,154	0,153	0,151	0,149
5,75	0,145	0,147	0,148	0,149	0,150	0,150	0,151	0,151	0,150	0,150	0,149	0,148	0,147	0,145	0,143
6,00	0,139	0,141	0,142	0,143	0,144	0,144	0,144	0,145	0,144	0,144	0,143	0,142	0,141	0,140	0,138
6,25	0,134	0,136	0,137	0,138	0,138	0,139	0,139	0,139	0,139	0,138	0,138	0,137	0,136	0,134	0,133
6,50	0,130	0,131	0,132	0,132	0,133	0,133	0,134	0,134	0,133	0,133	0,132	0,132	0,131	0,130	0,128
6,75	0,125	0,126	0,127	0,128	0,128	0,129	0,129	0,129	0,129	0,128	0,128	0,126	0,126	0,126	0,124
7,00	0,121	0,122	0,123	0,123	0,124	0,124	0,124	0,124	0,124	0,124	0,123	0,123	0,122	0,121	0,120

Таблиця Г.3 - Значення σ_z/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,25$, $l_2/b = 1,00$)

z/b	σ_z/p при x/b															
	0,0	0,12	0,25	0,37	0,50	0,62	0,75	0,87	1,00	1,12	1,25	1,37	1,50	1,75	2,00	2,25
0,00	0,003	0,500	0,997	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,875	0,750	0,500	0,250	0,001
0,25	0,249	0,499	0,749	0,894	0,953	0,975	0,983	0,984	0,979	0,963	0,920	0,840	0,734	0,499	0,264	0,078
0,50	0,347	0,493	0,639	0,757	0,838	0,886	0,910	0,917	0,908	0,882	0,837	0,772	0,689	0,494	0,299	0,145
0,75	0,382	0,481	0,579	0,665	0,734	0,782	0,811	0,821	0,815	0,793	0,754	0,702	0,637	0,484	0,327	0,197
1,00	0,391	0,463	0,533	0,596	0,649	0,689	0,715	0,726	0,723	0,706	0,676	0,635	0,585	0,466	0,342	0,233
1,25	0,386	0,440	0,492	0,540	0,580	0,611	0,632	0,641	0,640	0,628	0,606	0,575	0,536	0,445	0,346	0,255
1,50	0,375	0,416	0,456	0,491	0,522	0,546	0,562	0,570	0,569	0,561	0,544	0,521	0,492	0,421	0,343	0,267
1,75	0,360	0,392	0,422	0,450	0,473	0,491	0,504	0,510	0,510	0,504	0,491	0,474	0,452	0,397	0,334	0,271
2,00	0,343	0,368	0,392	0,413	0,431	0,445	0,455	0,460	0,460	0,455	0,446	0,433	0,416	0,373	0,323	0,271
2,25	0,326	0,346	0,365	0,381	0,395	0,406	0,414	0,418	0,418	0,415	0,408	0,397	0,384	0,350	0,309	0,266
1,50	0,309	0,325	0,340	0,353	0,365	0,373	0,379	0,382	0,383	0,380	0,375	0,366	0,356	0,329	0,296	0,260
2,75	0,293	0,306	0,318	0,329	0,338	0,345	0,350	0,352	0,352	0,350	0,346	0,339	0,331	0,309	0,282	0,252
3,00	0,277	0,288	0,298	0,307	0,314	0,320	0,324	0,326	0,326	0,326	0,321	0,316	0,309	0,291	0,269	0,244
3,25	0,263	0,272	0,281	0,288	0,294	0,298	0,302	0,303	0,303	0,302	0,299	0,295	0,289	0,275	0,256	0,235
3,50	0,250	0,258	0,265	0,171	0,276	0,279	0,282	0,283	0,284	0,282	0,280	0,277	0,272	0,260	0,244	0,226
3,75	0,238	0,244	0,250	0,255	0,259	0,262	0,265	0,266	0,266	0,266	0,263	0,260	0,256	0,246	0,233	0,218
4,00	0,227	0,232	0,237	0,241	0,245	0,247	0,249	0,250	0,250	0,250	0,248	0,246	0,242	0,234	0,222	0,209
4,25	0,216	0,221	0,225	0,229	0,232	0,234	0,236	0,236	0,237	0,236	0,236	0,233	0,230	0,222	0,213	0,201
4,50	0,207	0,211	0,214	0,217	0,220	0,222	0,223	0,224	0,224	0,224	0,222	0,221	0,218	0,212	0,204	0,194
4,75	0,198	0,201	0,204	0,207	0,209	0,211	0,212	0,213	0,213	0,212	0,211	0,210	0,208	0,202	0,195	0,186
5,00	0,189	0,193	0,195	0,198	0,200	0,201	0,202	0,203	0,203	0,202	0,201	0,200	0,189	0,194	0,187	0,180
5,25	0,182	0,185	0,187	0,189	0,191	0,192	0,193	0,193	0,193	0,193	0,192	0,191	0,190	0,185	0,180	0,173
5,50	0,175	0,177	0,179	0,181	0,183	0,184	0,184	0,185	0,185	0,185	0,184	0,183	0,182	0,178	0,173	0,167
5,75	0,168	0,170	0,172	0,174	0,175	0,176	0,177	0,177	0,177	0,177	0,176	0,175	0,174	0,171	0,167	0,161
6,00	0,162	0,164	0,166	0,167	0,168	0,169	0,170	0,170	0,170	0,170	0,169	0,168	0,167	0,164	0,161	0,156
6,25	0,156	0,158	0,159	0,161	0,162	0,162	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,162	0,161	0,158	0,155	0,151
6,50	0,151	0,152	0,154	0,155	0,156	0,156	0,157	0,157	0,157	0,157	0,157	0,156	0,155	0,153	0,150	0,148
6,75	0,146	0,147	0,148	0,149	0,150	0,151	0,151	0,151	0,152	0,151	0,151	0,150	0,150	0,148	0,145	0,141
7,00	0,141	0,142	0,143	0,144	0,145	0,146	0,146	0,146	0,146	0,146	0,146	0,145	0,145	0,143	0,140	0,137

Таблиця Г.4 - Значення σ_z/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,25$, $l_2/b = 2,00$)

z/b	σ_z/p при x/b														
	0,0	0,12	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25
0,00	0,003	0,500	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	0,875	0,750	0,625	0,500	0,375	0,250	0,125	0,000
0,25	0,250	0,499	0,749	0,954	0,985	0,987	0,958	0,865	0,747	0,624	0,500	0,376	0,252	0,133	0,039
0,50	0,349	0,496	0,643	0,844	0,922	0,937	0,907	0,833	0,730	0,616	0,497	0,379	0,263	0,157	0,077
0,75	0,388	0,488	0,588	0,749	0,838	0,865	0,845	0,787	0,701	0,600	0,492	0,383	0,278	0,185	0,111
1,00	0,402	0,476	0,549	0,675	0,756	0,788	0,779	0,734	0,664	0,578	0,483	0,385	0,292	0,209	0,141
1,25	0,403	0,461	0,517	0,616	0,684	0,716	0,713	0,680	0,624	0,551	0,470	0,385	0,303	0,229	0,166
1,50	0,398	0,443	0,488	0,566	0,622	0,651	0,652	0,628	0,583	0,523	0,454	0,381	0,310	0,244	0,187
1,75	0,388	0,425	0,460	0,523	0,569	0,594	0,597	0,579	0,544	0,495	0,437	0,375	0,313	0,254	0,202
2,00	0,376	0,406	0,435	0,486	0,524	0,546	0,549	0,535	0,507	0,467	0,418	0,366	0,312	0,260	0,213
2,25	0,363	0,388	0,411	0,453	0,484	0,502	0,506	0,496	0,473	0,440	0,400	0,355	0,309	0,263	0,221
1,50	0,349	0,370	0,389	0,424	0,449	0,465	0,468	0,460	0,442	0,415	0,381	0,343	0,303	0,264	0,226
2,75	0,336	0,353	0,369	0,398	0,419	0,432	0,435	0,429	0,414	0,392	0,363	0,331	0,297	0,262	0,228
3,00	0,322	0,337	0,350	0,374	0,392	0,403	0,406	0,401	0,389	0,370	0,346	0,319	0,289	0,258	0,228
3,25	0,309	0,321	0,333	0,353	0,368	0,377	0,380	0,376	0,366	0,350	0,330	0,306	0,281	0,254	0,227
3,50	0,296	0,307	0,317	0,334	0,347	0,355	0,357	0,354	0,345	0,332	0,315	0,295	0,272	0,249	0,228
3,75	0,284	0,293	0,302	0,317	0,328	0,334	0,336	0,334	0,326	0,315	0,301	0,283	0,264	0,243	0,222
4,00	0,273	0,281	0,288	0,301	0,310	0,316	0,318	0,316	0,309	0,300	0,287	0,272	0,255	0,237	0,218
4,25	0,262	0,269	0,275	0,286	0,294	0,299	0,301	0,299	0,294	0,286	0,275	0,262	0,247	0,231	0,214
4,50	0,252	0,258	0,264	0,273	0,280	0,285	0,286	0,284	0,280	0,273	0,263	0,252	0,239	0,224	0,209
4,75	0,242	0,248	0,253	0,261	0,267	0,271	0,272	0,271	0,267	0,261	0,252	0,242	0,231	0,224	0,204
5,00	0,233	0,238	0,243	0,250	0,255	0,259	0,260	0,259	0,255	0,250	0,242	0,233	0,223	0,218	0,200
5,25	0,225	0,229	0,233	0,240	0,244	0,247	0,248	0,247	0,244	0,240	0,233	0,225	0,216	0,212	0,195
5,50	0,217	0,221	0,224	0,230	0,234	0,237	0,238	0,237	0,234	0,230	0,224	0,217	0,209	0,206	0,190
5,75	0,210	0,213	0,216	0,221	0,225	0,227	0,228	0,227	0,225	0,221	0,216	0,210	0,203	0,200	0,185
6,00	0,203	0,206	0,208	0,213	0,216	0,218	0,219	0,218	0,216	0,213	0,208	0,203	0,196	0,194	0,181
6,25	0,196	0,199	0,201	0,205	0,208	0,210	0,211	0,210	0,208	0,205	0,201	0,196	0,190	0,189	0,176
6,50	0,190	0,192	0,194	0,198	0,201	0,202	0,203	0,202	0,201	0,198	0,195	0,190	0,185	0,184	0,172
6,75	0,184	0,186	0,188	0,191	0,194	0,195	0,196	0,195	0,194	0,192	0,188	0,184	0,179	0,179	0,168
7,00	0,178	0,180	0,182	0,185	0,187	0,189	0,189	0,180	0,187	0,185	0,182	0,179	0,174	0,174	0,164

Таблиця Г.5 - Значення σ_z/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,25$, $l_2/b = 4,00$)

z/b	σ_z/p при x/b														
	0,0	0,12	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,75	2,25	2,75	3,25	3,75	4,25	4,75	5,25
0,00	0,003	0,500	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	0,875	0,750	0,625	0,500	0,375	0,250	0,125	0,000
0,25	0,250	0,500	0,750	0,954	0,986	0,991	0,978	0,873	0,748	0,625	0,500	0,375	0,250	0,126	0,020
0,50	0,351	0,498	0,645	0,848	0,930	0,954	0,945	0,861	0,745	0,623	0,499	0,375	0,252	0,133	0,030
0,75	0,392	0,493	0,594	0,760	0,856	0,896	0,900	0,839	0,735	0,618	0,497	0,376	0,256	0,144	0,058
1,00	0,411	0,486	0,562	0,694	0,785	0,834	0,848	0,808	0,718	0,609	0,494	0,376	0,261	0,156	0,076
1,25	0,418	0,477	0,537	0,644	0,724	0,774	0,794	0,772	0,697	0,598	0,489	0,377	0,268	0,169	0,094
1,50	0,418	0,467	0,515	0,603	0,672	0,719	0,743	0,773	0,672	0,583	0,482	0,376	0,274	0,182	0,109
1,75	0,415	0,455	0,495	0,568	0,628	0,671	0,695	0,694	0,644	0,566	0,473	0,375	0,279	0,193	0,124
2,00	0,409	0,443	0,476	0,538	0,590	0,628	0,651	0,695	0,616	0,548	0,463	0,373	0,284	0,203	0,137
2,25	0,401	0,430	0,459	0,511	0,556	0,590	0,611	0,620	0,588	0,528	0,452	0,369	0,287	0,211	0,149
1,50	0,393	0,418	0,442	0,487	0,526	0,556	0,576	0,586	0,560	0,508	0,440	0,365	0,289	0,218	0,159
2,75	0,383	0,405	0,426	0,465	0,499	0,525	0,543	0,554	0,533	0,489	0,428	0,359	0,290	0,224	0,168
3,00	0,374	0,393	0,411	0,445	0,474	0,497	0,514	0,525	0,508	0,469	0,415	0,353	0,289	0,229	0,175
3,25	0,364	0,380	0,396	0,426	0,452	0,472	0,487	0,498	0,484	0,451	0,403	0,347	0,288	0,232	0,181
3,50	0,354	0,368	0,383	0,409	0,431	0,450	0,463	0,473	0,462	0,433	0,390	0,340	0,286	0,234	0,186
3,75	0,344	0,357	0,369	0,393	0,413	0,429	0,441	0,450	0,441	0,415	0,378	0,332	0,283	0,235	0,190
4,00	0,334	0,346	0,357	0,377	0,395	0,410	0,420	0,429	0,421	0,399	0,365	0,324	0,280	0,235	0,193
4,25	0,325	0,335	0,345	0,363	0,379	0,392	0,401	0,410	0,403	0,384	0,354	0,317	0,276	0,235	0,196
4,50	0,316	0,325	0,334	0,350	0,364	0,376	0,384	0,392	0,386	0,369	0,342	0,309	0,272	0,234	0,197
4,75	0,307	0,315	0,323	0,338	0,350	0,360	0,368	0,375	0,370	0,355	0,331	0,301	0,267	0,232	0,198
5,00	0,298	0,306	0,313	0,326	0,337	0,346	0,353	0,360	0,356	0,342	0,321	0,293	0,262	0,230	0,198
5,25	0,290	0,297	0,303	0,315	0,325	0,333	0,340	0,345	0,342	0,330	0,311	0,286	0,258	0,228	0,198
5,50	0,282	0,288	0,294	0,304	0,314	0,321	0,327	0,332	0,329	0,319	0,301	0,279	0,253	0,225	0,197
5,75	0,274	0,280	0,285	0,295	0,303	0,310	0,315	0,320	0,317	0,308	0,292	0,271	0,248	0,222	0,196
6,00	0,267	0,272	0,277	0,285	0,293	0,299	0,304	0,308	0,306	0,297	0,283	0,265	0,248	0,219	0,195
6,25	0,260	0,264	0,269	0,277	0,284	0,289	0,293	0,297	0,296	0,288	0,275	0,258	0,238	0,216	0,193
6,50	0,253	0,257	0,261	0,268	0,275	0,280	0,284	0,287	0,286	0,279	0,267	0,251	0,233	0,213	0,192
6,75	0,246	0,250	0,254	0,260	0,266	0,271	0,274	0,278	0,276	0,270	0,259	0,245	0,228	0,209	0,190
7,00	0,240	0,243	0,247	0,253	0,258	0,263	0,266	0,269	0,268	0,262	0,252	0,239	0,223	0,206	0,188

Таблиця Г.6 - Значення σ_z/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,50$, $l_2/b = 0,50$)

z/b	σ_z/p при x/b														
	0,0	0,12	0,25	0,37	0,50	0,75	0,87	1,00	1,12	1,25	1,50	1,62	1,75	1,87	2,22
0,00	0,002	0,250	0,500	0,750	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	0,750	0,500	0,250	0,002
0,25	0,147	0,301	0,499	0,696	0,851	0,968	0,980	0,983	0,980	0,966	0,851	0,696	0,499	0,301	0,147
0,50	0,245	0,360	0,493	0,625	0,738	0,873	0,901	0,910	0,901	0,873	0,738	0,623	0,493	0,360	0,245
0,75	0,299	0,385	0,479	0,571	0,654	0,769	0,797	0,806	0,797	0,769	0,654	0,571	0,479	0,385	0,299
1,00	0,324	0,390	0,459	0,525	0,586	0,674	0,697	0,705	0,697	0,674	0,586	0,525	0,459	0,390	0,324
1,25	0,331	0,382	0,434	0,483	0,528	0,594	0,611	0,617	0,611	0,594	0,528	0,483	0,434	0,382	0,331
1,50	0,328	0,368	0,408	0,445	0,478	0,527	0,539	0,544	0,539	0,527	0,478	0,445	0,408	0,368	0,328
1,75	0,319	0,351	0,381	0,410	0,435	0,471	0,481	0,484	0,481	0,471	0,435	0,410	0,381	0,351	0,319
2,00	0,308	0,333	0,356	0,378	0,397	0,425	0,432	0,434	0,432	0,425	0,397	0,378	0,356	0,333	0,308
2,25	0,294	0,314	0,333	0,350	0,365	0,386	0,391	0,393	0,391	0,386	0,365	0,350	0,333	0,314	0,294
1,50	0,280	0,296	0,311	0,325	0,337	0,353	0,357	0,359	0,357	0,353	0,337	0,325	0,311	0,296	0,280
2,75	0,267	0,280	0,292	0,303	0,312	0,325	0,328	0,330	0,328	0,325	0,312	0,303	0,292	0,280	0,267
3,00	0,253	0,264	0,274	0,283	0,290	0,301	0,304	0,305	0,304	0,301	0,290	0,283	0,274	0,264	0,253
3,25	0,241	0,250	0,258	0,265	0,271	0,280	0,282	0,283	0,282	0,280	0,271	0,265	0,258	0,250	0,241
3,50	0,229	0,237	0,244	0,250	0,255	0,262	0,263	0,264	0,263	0,262	0,255	0,250	0,244	0,237	0,229
3,75	0,218	0,225	0,230	0,235	0,240	0,245	0,247	0,247	0,247	0,245	0,240	0,235	0,230	0,225	0,218
4,00	0,208	0,214	0,218	0,223	0,226	0,231	0,232	0,233	0,232	0,231	0,226	0,223	0,218	0,214	0,208
4,25	0,199	0,203	0,208	0,211	0,214	0,218	0,219	0,220	0,219	0,218	0,214	0,211	0,208	0,203	0,199
4,50	0,190	0,194	0,198	0,201	0,203	0,207	0,208	0,208	0,208	0,207	0,203	0,201	0,198	0,194	0,190
4,75	0,182	0,185	0,188	0,191	0,193	0,196	0,197	0,197	0,197	0,196	0,193	0,191	0,188	0,185	0,182
5,00	0,174	0,170	0,180	0,182	0,184	0,187	0,188	0,188	0,188	0,187	0,184	0,182	0,180	0,177	0,174
5,25	0,167	0,170	0,172	0,174	0,176	0,178	0,179	0,179	0,179	0,178	0,176	0,174	0,172	0,170	0,167
5,50	0,161	0,163	0,165	0,167	0,169	0,171	0,171	0,171	0,171	0,171	0,169	0,167	0,165	0,163	0,161
5,75	0,155	0,157	0,159	0,160	0,162	0,163	0,164	0,164	0,164	0,163	0,162	0,160	0,159	0,157	0,155
6,00	0,149	0,151	0,153	0,154	0,155	0,157	0,157	0,157	0,157	0,157	0,155	0,154	0,153	0,151	0,149
6,25	0,144	0,146	0,147	0,148	0,149	0,151	0,151	0,151	0,151	0,151	0,149	0,148	0,146	0,145	0,144
6,50	0,139	0,141	0,142	0,143	0,144	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,144	0,143	0,142	0,141	0,139
6,75	0,134	0,136	0,137	0,138	0,139	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,139	0,138	0,137	0,136	0,134
7,00	0,130	0,131	0,132	0,133	0,134	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,134	0,133	0,132	0,131	0,130

Таблиця Г.7 - Значення σ_z/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,50$, $l_2/b = 1,00$)

z/b	σ_z/p при x/b														
	0,0	0,25	0,50	0,62	0,75	0,87	1,00	1,12	1,25	1,37	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
0,00	0,002	0,500	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,730	0,500	0,250	0,001
0,25	0,147	0,499	0,851	0,935	0,969	0,982	0,987	0,986	0,981	0,963	0,920	0,733	0,499	0,264	0,078
0,50	0,247	0,495	0,742	0,826	0,881	0,912	0,926	0,927	0,915	0,887	0,840	0,690	0,495	0,299	0,145
0,75	0,302	0,485	0,664	0,734	0,780	0,820	0,838	0,841	0,829	0,803	0,762	0,641	0,486	0,328	0,198
1,00	0,330	0,469	0,602	0,657	0,700	0,731	0,748	0,752	0,743	0,722	0,688	0,893	0,471	0,345	0,235
1,25	0,342	0,449	0,051	0,593	0,627	0,652	0,666	0,670	0,664	0,647	0,622	0,547	0,452	0,351	0,259
1,50	0,343	0,427	0,506	0,538	0,565	0,584	0,596	0,599	0,595	0,582	0,563	0,505	0,431	0,350	0,272
1,75	0,337	0,405	0,466	0,491	0,512	0,527	0,536	0,539	0,536	0,526	0,511	0,467	0,408	0,343	0,278
2,00	0,328	0,382	0,430	0,450	0,466	0,478	0,485	0,488	0,486	0,478	0,467	0,432	0,386	0,333	0,279
2,25	0,316	0,361	0,399	0,415	0,427	0,437	0,443	0,445	0,443	0,437	0,428	0,401	0,364	0,321	0,275
1,50	0,304	0,340	0,371	0,384	0,394	0,401	0,306	0,408	0,406	0,402	0,395	0,373	0,343	0,308	0,270
2,75	0,291	0,321	0,347	0,357	0,365	0,371	0,376	0,376	0,375	0,372	0,366	0,348	0,324	0,295	0,263
3,00	0,279	0,304	0,324	0,333	0,339	0,344	0,347	0,348	0,348	0,345	0,340	0,320	0,306	0,282	0,255
3,25	0,267	0,288	0,305	0,312	0,317	0,321	0,324	0,325	0,324	0,322	0,318	0,306	0,289	0,269	0,246
3,50	0,255	0,273	0,287	0,293	0,297	0,301	0,303	0,304	0,303	0,301	0,298	0,288	0,274	0,257	0,238
3,75	0,244	0,259	0,271	0,276	0,280	0,283	0,284	0,285	0,285	0,283	0,280	0,272	0,260	0,246	0,229
4,00	0,234	0,246	0,257	0,261	0,264	0,266	0,268	0,208	0,268	0,267	0,265	0,258	0,248	0,233	0,221
4,25	0,224	0,235	0,244	0,247	0,250	0,252	0,253	0,254	0,253	0,252	0,250	0,245	0,236	0,226	0,213
4,50	0,215	0,224	0,232	0,235	0,237	0,239	0,240	0,240	0,240	0,239	0,238	0,233	0,225	0,215	0,208
4,75	0,206	0,214	0,221	0,224	0,220	0,227	0,228	0,228	0,228	0,227	0,226	0,222	0,218	0,207	0,198
5,00	0,198	0,205	0,211	0,213	0,215	0,216	0,217	0,218	0,217	0,217	0,215	0,212	0,206	0,199	0,191
5,25	0,191	0,197	0,202	0,204	0,206	0,207	0,207	0,208	0,207	0,207	0,206	0,203	0,198	0,191	0,184
5,50	0,184	0,189	0,194	0,195	0,197	0,198	0,198	0,199	0,198	0,198	0,197	0,194	0,190	0,184	0,178
5,75	0,177	0,182	0,186	0,187	0,189	0,189	0,190	0,190	0,190	0,190	0,189	0,186	0,183	0,178	0,172
6,00	0,171	0,175	0,179	0,180	0,181	0,182	0,182	0,183	0,182	0,182	0,181	0,179	0,176	0,171	0,166
6,25	0,165	0,169	0,172	0,173	0,174	0,175	0,175	0,176	0,175	0,175	0,174	0,172	0,169	0,163	0,161
6,50	0,159	0,163	0,166	0,167	0,168	0,168	0,169	0,169	0,169	0,169	0,168	0,166	0,163	0,160	0,156
6,75	0,154	0,154	0,160	0,161	0,162	0,162	0,163	0,163	0,163	0,162	0,162	0,160	0,158	0,153	0,151
7,00	0,149	0,152	0,155	0,156	0,156	0,157	0,157	0,157	0,157	0,157	0,156	0,155	0,153	0,150	0,146

Таблиця Г.8 - Значення σ_z/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,50$, $l_2/b = 2,00$)

z/b	σ_z/p при x/b														
	0,0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50
0,00	0,002	0,500	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	0,875	0,750	0,625	0,500	0,375	0,250	0,125	0,000
0,25	0,147	0,500	0,852	0,970	0,989	0,988	0,959	0,866	0,747	0,624	0,500	0,376	0,252	0,133	0,039
0,50	0,248	0,497	0,745	0,887	0,939	0,944	0,910	0,834	0,731	0,616	0,498	0,379	0,263	0,157	0,077
0,75	0,306	0,490	0,673	0,801	0,865	0,879	0,853	0,791	0,703	0,601	0,493	0,384	0,278	0,185	0,112
1,00	0,338	0,480	0,619	0,726	0,789	0,809	0,791	0,742	0,669	0,581	0,485	0,387	0,293	0,210	0,142
1,25	0,354	0,466	0,575	0,663	0,719	0,740	0,729	0,691	0,631	0,556	0,473	0,388	0,305	0,232	0,167
1,50	0,360	0,451	0,537	0,609	0,656	0,677	0,671	0,641	0,593	0,530	0,459	0,385	0,313	0,246	0,188
1,75	0,359	0,434	0,504	0,562	0,602	0,620	0,617	0,595	0,555	0,503	0,443	0,380	0,316	0,257	0,204
2,00	0,354	0,416	0,473	0,521	0,554	0,571	0,569	0,552	0,520	0,477	0,426	0,372	0,317	0,264	0,216
2,25	0,347	0,398	0,446	0,485	0,513	0,527	0,527	0,513	0,487	0,451	0,408	0,362	0,314	0,268	0,228
1,50	0,338	0,381	0,421	0,453	0,476	0,488	0,489	0,478	0,456	0,427	0,391	0,351	0,310	0,269	0,230
2,75	0,328	0,364	0,397	0,425	0,444	0,454	0,456	0,446	0,429	0,404	0,374	0,340	0,304	0,268	0,233
3,00	0,317	0,348	0,376	0,399	0,415	0,424	0,425	0,418	0,403	0,383	0,357	0,328	0,297	0,265	0,234
3,25	0,306	0,333	0,357	0,376	0,390	0,398	0,398	0,393	0,381	0,363	0,341	0,316	0,289	0,261	0,233
3,50	0,296	0,319	0,339	0,356	0,368	0,374	0,375	0,370	0,360	0,345	0,326	0,304	0,281	0,256	0,231
3,75	0,285	0,305	0,323	0,337	0,347	0,353	0,353	0,349	0,341	0,328	0,312	0,293	0,273	0,251	0,229
4,00	0,275	0,293	0,308	0,320	0,329	0,334	0,334	0,331	0,323	0,303	0,299	0,282	0,264	0,245	0,225
4,25	0,265	0,281	0,294	0,305	0,312	0,316	0,317	0,314	0,308	0,298	0,286	0,272	0,256	0,239	0,221
4,50	0,256	0,270	0,281	0,290	0,297	0,301	0,301	0,299	0,293	0,285	0,275	0,262	0,248	0,233	0,217
4,75	0,247	0,259	0,269	0,277	0,283	0,286	0,287	0,285	0,280	0,273	0,264	0,253	0,240	0,227	0,212
5,00	0,239	0,249	0,258	0,265	0,270	0,273	0,274	0,272	0,268	0,262	0,253	0,244	0,233	0,220	0,208
5,25	0,231	0,240	0,248	0,254	0,259	0,261	0,262	0,260	0,257	0,251	0,244	0,235	0,225	0,214	0,203
5,50	0,223	0,232	0,239	0,244	0,248	0,250	0,251	0,249	0,246	0,241	0,235	0,227	0,218	0,209	0,198
5,75	0,216	0,224	0,230	0,235	0,238	0,240	0,241	0,239	0,237	0,232	0,227	0,220	0,212	0,203	0,198
6,00	0,209	0,216	0,222	0,226	0,229	0,231	0,231	0,230	0,228	0,224	0,219	0,212	0,205	0,197	0,189
6,25	0,203	0,209	0,214	0,218	0,221	0,222	0,223	0,222	0,219	0,216	0,211	0,206	0,199	0,192	0,184
6,50	0,197	0,202	0,207	0,210	0,213	0,214	0,214	0,214	0,212	0,208	0,204	0,199	0,193	0,187	0,180
6,75	0,191	0,196	0,200	0,203	0,205	0,207	0,207	0,206	0,204	0,201	0,198	0,193	0,188	0,182	0,175
7,00	0,185	0,190	0,193	0,196	0,198	0,200	0,200	0,199	0,197	0,195	0,192	0,187	0,183	0,177	0,171

Таблиця Г.9 - Значення σ_z/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,50$, $l_2/b = 4,00$)

z/b	σ_z/p при x/b														
	0,0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50
0,00	0,002	0,500	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	0,875	0,750	0,625	0,500	0,375	0,250	0,125	0,000
0,25	0,147	0,500	0,852	0,971	0,990	0,992	0,978	0,873	0,749	0,625	0,500	0,375	0,250	0,126	0,020
0,50	0,249	0,498	0,747	0,891	0,946	0,960	0,948	0,862	0,745	0,623	0,499	0,375	0,252	0,133	0,039
0,75	0,309	0,494	0,679	0,811	0,883	0,911	0,908	0,841	0,736	0,618	0,498	0,376	0,256	0,144	0,058
1,00	0,344	0,438	0,632	0,745	0,818	0,854	0,861	0,813	0,720	0,611	0,494	0,377	0,262	0,157	0,077
1,25	0,364	0,480	0,595	0,691	0,759	0,798	0,811	0,779	0,700	0,600	0,490	0,377	0,268	0,170	0,094
1,50	0,375	0,471	0,565	0,646	0,706	0,745	0,761	0,743	0,677	0,586	0,483	0,377	0,274	0,182	0,110
1,75	0,380	0,460	0,538	0,607	0,661	0,697	0,715	0,705	0,651	0,570	0,475	0,376	0,280	0,194	0,124
2,00	0,380	0,449	0,515	0,573	0,620	0,653	0,672	0,669	0,624	0,552	0,466	0,375	0,285	0,204	0,138
2,25	0,378	0,437	0,493	0,543	0,584	0,614	0,632	0,663	0,597	0,534	0,456	0,372	0,288	0,213	0,149
1,50	0,373	0,424	0,473	0,517	0,552	0,579	0,596	0,600	0,570	0,516	0,445	0,368	0,291	0,220	0,169
2,75	0,368	0,412	0,454	0,492	0,524	0,548	0,563	0,569	0,544	0,496	0,433	0,363	0,292	0,226	0,169
3,00	0,361	0,400	0,437	0,470	0,498	0,519	0,533	0,539	0,519	0,477	0,421	0,357	0,292	0,231	0,177
3,25	0,354	0,388	0,421	0,449	0,474	0,493	0,506	0,512	0,495	0,459	0,409	0,351	0,291	0,234	0,183
3,50	0,346	0,376	0,405	0,431	0,452	0,469	0,481	0,487	0,473	0,441	0,397	0,344	0,290	0,237	0,188
3,75	0,338	0,365	0,390	0,413	0,432	0,447	0,458	0,464	0,452	0,044	0,385	0,337	0,267	0,238	0,193
4,00	0,330	0,354	0,377	0,397	0,414	0,427	0,437	0,443	0,433	0,408	0,373	0,330	0,284	0,239	0,196
4,25	0,332	0,343	0,364	0,381	0,397	0,409	0,417	0,423	0,415	0,393	0,361	0,323	0,281	0,236	0,199
4,50	0,314	0,333	0,351	0,367	0,381	0,392	0,399	0,405	0,398	0,378	0,350	0,315	0,277	0,238	0,200
4,75	0,306	0,323	0,340	0,354	0,366	0,376	0,383	0,388	0,382	0,365	0,339	0,307	0,272	0,236	0,201
5,00	0,298	0,314	0,329	0,341	0,352	0,361	0,367	0,372	0,367	0,352	0,329	0,300	0,268	0,235	0,202
5,25	0,290	0,305	0,318	0,330	0,340	0,347	0,353	0,358	0,353	0,339	0,319	0,293	0,263	0,232	0,202
5,50	0,283	0,296	0,308	0,319	0,328	0,335	0,340	0,344	0,340	0,328	0,309	0,285	0,258	0,230	0,201
5,75	0,276	0,288	0,299	0,308	0,316	0,323	0,328	0,331	0,328	0,317	0,300	0,278	0,253	0,227	0,200
6,00	0,269	0,280	0,290	0,298	0,306	0,312	0,316	0,320	0,316	0,306	0,291	0,271	0,249	0,224	0,199
6,25	0,262	0,272	0,281	0,289	0,296	0,301	0,305	0,308	0,305	0,297	0,283	0,265	0,244	0,221	0,198
6,50	0,256	0,265	0,273	0,280	0,287	0,291	0,295	0,298	0,295	0,287	0,275	0,258	0,239	0,218	0,196
6,75	0,250	0,258	0,266	0,272	0,278	0,282	0,285	0,288	0,285	0,279	0,267	0,252	0,234	0,215	0,194
7,00	0,244	0,251	0,258	0,264	0,269	0,273	0,276	0,279	0,277	0,270	0,260	0,246	0,229	0,211	0,192

Таблиця Г.10 - Значення σ_z/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 1,00$, $l_2/b = 1,00$)

z/b	σ_z/p при z/b														
	0,0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,37	1,50	1,62	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
0,00	0,001	0,250	0,500	0,750	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,750	0,500	0,250	0,001
0,25	0,078	0,264	0,500	0,735	0,921	0,982	0,988	0,990	0,988	0,982	0,921	0,735	0,500	0,264	0,078
0,50	0,146	0,300	0,497	0,693	0,844	0,922	0,938	0,943	0,938	0,922	0,844	0,693	0,497	0,300	0,146
0,75	0,199	0,331	0,489	0,646	0,772	0,846	0,864	0,870	0,864	0,846	0,772	0,646	0,489	0,331	0,199
1,00	0,238	0,350	0,478	0,603	0,705	0,769	0,785	0,791	0,785	0,769	0,705	0,603	0,478	0,350	0,238
1,25	0,264	0,359	0,463	0,563	0,644	0,697	0,711	0,715	0,711	0,697	0,644	0,563	0,463	0,359	0,264
1,50	0,280	0,360	0,445	0,525	0,590	0,633	0,644	0,648	0,644	0,633	0,590	0,525	0,445	0,360	0,280
1,75	0,288	0,356	0,426	0,490	0,542	0,576	0,585	0,588	0,585	0,576	0,542	0,490	0,426	0,356	0,288
2,00	0,291	0,348	0,406	0,458	0,500	0,527	0,534	0,537	0,534	0,527	0,500	0,458	0,406	0,348	0,291
2,25	0,290	0,339	0,386	0,429	0,463	0,484	0,490	0,492	0,490	0,484	0,463	0,429	0,386	0,339	0,290
1,50	0,286	0,327	0,367	0,402	0,430	0,447	0,452	0,453	0,452	0,447	0,430	0,402	0,367	0,327	0,286
2,75	0,280	0,315	0,349	0,378	0,400	0,415	0,418	0,420	0,418	0,415	0,400	0,378	0,349	0,315	0,280
3,00	0,273	0,303	0,331	0,356	0,374	0,386	0,389	0,390	0,389	0,386	0,374	0,356	0,331	0,303	0,273
3,25	0,266	0,292	0,315	0,336	0,351	0,361	0,363	0,364	0,363	0,361	0,351	0,336	0,315	0,292	0,266
3,50	0,258	0,280	0,300	0,317	0,330	0,339	0,341	0,341	0,341	0,339	0,330	0,317	0,300	0,280	0,258
3,75	0,249	0,269	0,286	0,301	0,312	0,319	0,321	0,321	0,321	0,319	0,312	0,301	0,286	0,269	0,249
4,00	0,241	0,258	0,273	0,286	0,295	0,301	0,303	0,303	0,303	0,301	0,295	0,286	0,278	0,258	0,241
4,25	0,233	0,248	0,261	0,272	0,280	0,285	0,286	0,287	0,286	0,285	0,280	0,272	0,261	0,248	0,233
4,50	0,226	0,239	0,250	0,259	0,266	0,271	0,272	0,272	0,272	0,271	0,266	0,259	0,250	0,239	0,226
4,75	0,218	0,230	0,239	0,248	0,254	0,257	0,258	0,259	0,258	0,257	0,254	0,248	0,239	0,230	0,218
5,00	0,211	0,221	0,230	0,237	0,242	0,245	0,246	0,247	0,246	0,245	0,242	0,237	0,230	0,221	0,211
5,25	0,204	0,213	0,221	0,227	0,232	0,235	0,235	0,236	0,235	0,235	0,232	0,227	0,221	0,213	0,204
5,50	0,198	0,206	0,212	0,218	0,222	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,222	0,218	0,212	0,206	0,198
5,75	0,191	0,198	0,205	0,209	0,213	0,215	0,216	0,216	0,216	0,215	0,213	0,209	0,205	0,198	0,191
6,00	0,185	0,192	0,197	0,202	0,205	0,207	0,207	0,207	0,207	0,207	0,205	0,202	0,197	0,192	0,185
6,25	0,180	0,185	0,190	0,194	0,197	0,199	0,199	0,200	0,199	0,199	0,197	0,194	0,190	0,185	0,180
6,50	0,174	0,179	0,184	0,187	0,190	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,190	0,187	0,184	0,179	0,174
6,75	0,169	0,174	0,178	0,181	0,183	0,185	0,185	0,185	0,185	0,185	0,183	0,181	0,178	0,174	0,169
7,00	0,164	0,169	0,172	0,175	0,177	0,178	0,179	0,179	0,179	0,178	0,177	0,175	0,172	0,169	0,164

Таблиця Г.11 - Значення σ_z/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 1,00$, $l_2/b = 2,00$)

z/b	σ_z/p при x/b														
	0,0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00
0,00	0,001	0,250	0,500	0,750	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	0,875	0,750	0,625	0,500	0,250	0,000
0,25	0,078	0,264	0,500	0,735	0,921	0,983	0,992	0,989	0,959	0,866	0,747	0,624	0,500	0,252	0,040
0,50	0,146	0,301	0,498	0,694	0,847	0,928	0,955	0,951	0,914	0,836	0,732	0,617	0,498	0,263	0,077
0,75	0,201	0,333	0,493	0,652	0,781	0,862	0,897	0,896	0,862	0,797	0,707	0,604	0,494	0,279	0,112
1,00	0,242	0,355	0,485	0,614	0,721	0,795	0,832	0,836	0,807	0,752	0,676	0,585	0,488	0,295	0,143
1,25	0,270	0,367	0,475	0,580	0,669	0,733	0,768	0,774	0,752	0,706	0,642	0,564	0,479	0,308	0,169
1,50	0,289	0,373	0,462	0,548	0,662	0,677	0,700	0,715	0,698	0,661	0,607	0,541	0,467	0,317	0,191
1,75	0,301	0,373	0,448	0,519	0,580	0,627	0,654	0,661	0,648	0,618	0,573	0,516	0,453	0,322	0,208
2,00	0,307	0,369	0,432	0,792	0,543	0,582	0,605	0,612	0,602	0,578	0,540	0,492	0,438	0,324	0,221
2,25	0,309	0,363	0,416	0,466	0,509	0,542	0,562	0,568	0,561	0,540	0,509	0,469	0,423	0,324	0,231
1,50	0,308	0,355	0,400	0,443	0,479	0,506	0,523	0,529	0,523	0,506	0,480	0,446	0,407	0,321	0,237
2,75	0,305	0,346	0,385	0,421	0,451	0,475	0,489	0,494	0,489	0,476	0,454	0,425	0,391	0,316	0,241
3,00	0,301	0,336	0,370	0,400	0,426	0,446	0,458	0,463	0,459	0,448	0,429	0,406	0,376	0,310	0,244
3,25	0,295	0,326	0,355	0,381	0,403	0,420	0,431	0,435	0,432	0,422	0,406	0,386	0,361	0,303	0,244
3,50	0,289	0,315	0,341	0,364	0,383	0,397	0,406	0,410	0,407	0,399	0,386	0,368	0,346	0,296	0,243
3,75	0,282	0,306	0,327	0,347	0,364	0,376	0,384	0,387	0,385	0,378	0,367	0,351	0,332	0,288	0,241
4,00	0,274	0,295	0,315	0,332	0,346	0,357	0,364	0,366	0,365	0,359	0,349	0,336	0,319	0,281	0,238
4,25	0,267	0,286	0,303	0,318	0,330	0,340	0,346	0,348	0,346	0,341	0,333	0,321	0,307	0,273	0,234
4,50	0,260	0,276	0,291	0,305	0,316	0,324	0,329	0,331	0,330	0,326	0,318	0,308	0,295	0,265	0,231
4,75	0,253	0,267	0,281	0,292	0,302	0,309	0,314	0,316	0,315	0,311	0,304	0,295	0,284	0,257	0,226
5,00	0,246	0,259	0,271	0,281	0,289	0,296	0,300	0,301	0,301	0,297	0,291	0,284	0,274	0,250	0,222
5,25	0,239	0,250	0,261	0,270	0,278	0,283	0,287	0,288	0,288	0,285	0,280	0,273	0,264	0,243	0,217
5,50	0,232	0,243	0,252	0,260	0,267	0,272	0,275	0,276	0,276	0,273	0,269	0,263	0,255	0,236	0,213
5,75	0,226	0,235	0,244	0,251	0,257	0,261	0,264	0,265	0,265	0,263	0,259	0,253	0,246	0,229	0,208
6,00	0,219	0,228	0,236	0,242	0,248	0,252	0,254	0,255	0,255	0,253	0,249	0,244	0,238	0,222	0,204
6,25	0,213	0,221	0,228	0,234	0,239	0,243	0,245	0,246	0,245	0,243	0,240	0,236	0,230	0,216	0,199
6,50	0,206	0,215	0,221	0,226	0,231	0,234	0,236	0,237	0,236	0,235	0,232	0,228	0,223	0,210	0,194
6,75	0,202	0,209	0,214	0,219	0,223	0,226	0,228	0,229	0,228	0,227	0,224	0,221	0,216	0,204	0,190
7,00	0,197	0,203	0,208	0,212	0,216	0,219	0,220	0,221	0,221	0,219	0,217	0,214	0,209	0,199	0,186

Таблиця Г.12 - Значення σ_z/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 1,00$, $l_2/b = 4,00$)

z/b	σ_z/p при x/b														
	0,0	0,50	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
0,00	0,001	0,500	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	0,875	0,750	0,625	0,500	0,375	0,250	0,125	0,000
0,25	0,078	0,500	0,922	0,983	0,994	0,994	0,979	0,873	0,749	0,625	0,500	0,375	0,250	0,126	0,020
0,50	0,147	0,499	0,850	0,932	0,963	0,968	0,952	0,863	0,746	0,623	0,499	0,375	0,252	0,133	0,039
0,75	0,203	0,496	0,787	0,872	0,915	0,928	0,917	0,845	0,737	0,619	0,498	0,376	0,256	0,144	0,058
1,00	0,245	0,491	0,734	0,814	0,861	0,880	0,877	0,819	0,724	0,612	0,495	0,377	0,262	0,157	0,077
1,25	0,276	0,485	0,689	0,761	0,808	0,831	0,833	0,790	0,706	0,602	0,491	0,378	0,269	0,170	0,094
1,50	0,298	0,477	0,649	0,714	0,758	0,783	0,789	0,757	0,684	0,590	0,486	0,379	0,275	0,183	0,110
1,75	0,314	0,468	0,615	0,672	0,713	0,737	0,746	0,723	0,661	0,576	0,479	0,379	0,282	0,195	0,125
2,00	0,324	0,458	0,584	0,634	0,671	0,695	0,705	0,689	0,636	0,560	0,471	0,378	0,287	0,205	0,139
2,25	0,330	0,477	0,557	0,600	0,634	0,656	0,666	0,656	0,611	0,543	0,462	0,376	0,291	0,215	0,151
1,50	0,333	0,436	0,531	0,570	0,600	0,620	0,631	0,624	0,586	0,526	0,452	0,373	0,294	0,223	0,162
2,75	0,334	0,425	0,508	0,542	0,569	0,587	0,598	0,594	0,561	0,508	0,442	0,369	0,296	0,229	0,171
3,00	0,333	0,414	0,487	0,517	0,540	0,557	0,567	0,565	0,538	0,491	0,431	0,364	0,297	0,234	0,179
3,25	0,330	0,402	0,467	0,493	0,515	0,530	0,539	0,538	0,515	0,473	0,419	0,359	0,297	0,239	0,186
3,50	0,327	0,391	0,448	0,472	0,491	0,505	0,513	0,513	0,493	0,456	0,408	0,353	0,296	0,242	0,192
3,75	0,322	0,380	0,431	0,452	0,469	0,482	0,489	0,490	0,473	0,440	0,397	0,347	0,294	0,244	0,197
4,00	0,317	0,369	0,415	0,434	0,449	0,460	0,467	0,468	0,453	0,425	0,386	0,340	0,292	0,245	0,201
4,25	0,312	0,359	0,400	0,417	0,430	0,440	0,447	0,448	0,435	0,410	0,374	0,333	0,289	0,245	0,204
4,50	0,307	0,349	0,386	0,401	0,413	0,422	0,428	0,430	0,418	0,395	0,364	0,326	0,286	0,245	0,206
4,75	0,301	0,339	0,372	0,386	0,397	0,405	0,410	0,412	0,402	0,382	0,353	0,319	0,282	0,244	0,208
5,00	0,295	0,330	0,360	0,372	0,382	0,389	0,394	0,396	0,387	0,369	0,343	0,312	0,278	0,242	0,208
5,25	0,289	0,321	0,348	0,359	0,368	0,375	0,379	0,381	0,373	0,357	0,333	0,305	0,273	0,241	0,209
5,50	0,283	0,312	0,337	0,346	0,355	0,361	0,365	0,367	0,360	0,345	0,324	0,298	0,269	0,239	0,209
5,75	0,277	0,304	0,326	0,335	0,342	0,348	0,352	0,353	0,347	0,334	0,315	0,291	0,264	0,236	0,208
6,00	0,271	0,295	0,316	0,324	0,331	0,336	0,339	0,341	0,335	0,323	0,306	0,284	0,259	0,233	0,207
6,25	0,265	0,288	0,306	0,314	0,320	0,325	0,328	0,329	0,324	0,314	0,298	0,278	0,255	0,231	0,206
6,50	0,260	0,280	0,297	0,304	0,310	0,314	0,317	0,318	0,314	0,304	0,289	0,271	0,250	0,228	0,204
6,75	0,254	0,273	0,289	0,295	0,300	0,304	0,307	0,308	0,304	0,295	0,282	0,265	0,245	0,224	0,203
7,00	0,249	0,266	0,281	0,286	0,291	0,295	0,297	0,298	0,295	0,287	0,274	0,259	0,241	0,221	0,221

Таблиця Г.13 - Значення σ_z/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 2,00$, $l_2/b = 2,00$)

z/b	σ_z/p при x/b														
	0,0	0,50	1,00	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	4,00	4,50	5,00
0,00	0,000	0,250	0,500	0,750	0,875	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,875	0,750	0,500	0,250	0,000
0,25	0,040	0,252	0,500	0,747	0,866	0,960	0,990	0,994	0,990	0,960	0,866	0,747	0,500	0,252	0,040
0,50	0,078	0,264	0,499	0,733	0,838	0,917	0,957	0,968	0,957	0,917	0,838	0,733	0,499	0,264	0,078
0,75	0,113	0,280	0,496	0,711	0,802	0,871	0,912	0,924	0,912	0,871	0,802	0,711	0,496	0,280	0,113
1,00	0,144	0,297	0,492	0,683	0,763	0,824	0,861	0,873	0,861	0,824	0,763	0,683	0,492	0,297	0,144
1,25	0,171	0,312	0,485	0,654	0,723	0,776	0,809	0,820	0,809	0,776	0,723	0,654	0,485	0,312	0,171
1,50	0,194	0,323	0,476	0,624	0,684	0,730	0,759	0,769	0,759	0,730	0,684	0,624	0,476	0,323	0,194
1,75	0,213	0,330	0,466	0,595	0,647	0,686	0,711	0,720	0,711	0,686	0,647	0,595	0,466	0,330	0,213
2,00	0,228	0,335	0,456	0,566	0,611	0,645	0,667	0,674	0,667	0,645	0,611	0,566	0,456	0,335	0,228
2,25	0,239	0,337	0,443	0,539	0,578	0,607	0,626	0,632	0,626	0,607	0,578	0,539	0,443	0,337	0,239
1,50	0,248	0,336	0,430	0,514	0,547	0,573	0,588	0,594	0,588	0,573	0,547	0,514	0,430	0,336	0,248
2,75	0,254	0,334	0,416	0,490	0,519	0,540	0,554	0,559	0,554	0,540	0,519	0,490	0,416	0,334	0,254
3,00	0,258	0,330	0,403	0,467	0,492	0,511	0,523	0,527	0,523	0,511	0,492	0,467	0,403	0,330	0,258
3,25	0,260	0,325	0,390	0,446	0,468	0,484	0,494	0,497	0,494	0,484	0,468	0,446	0,390	0,325	0,260
3,50	0,260	0,319	0,377	0,426	0,445	0,459	0,468	0,471	0,468	0,459	0,445	0,426	0,377	0,319	0,260
3,75	0,260	0,313	0,365	0,408	0,424	0,437	0,444	0,447	0,444	0,437	0,424	0,408	0,365	0,313	0,260
4,00	0,258	0,307	0,352	0,391	0,405	0,416	0,422	0,425	0,422	0,416	0,405	0,391	0,352	0,307	0,258
4,25	0,256	0,300	0,341	0,374	0,387	0,397	0,403	0,404	0,403	0,397	0,387	0,374	0,341	0,300	0,256
4,50	0,253	0,293	0,329	0,359	0,371	0,379	0,384	0,386	0,384	0,379	0,371	0,359	0,329	0,293	0,253
4,75	0,250	0,286	0,319	0,345	0,355	0,363	0,367	0,369	0,367	0,363	0,355	0,345	0,319	0,286	0,250
5,00	0,246	0,279	0,308	0,332	0,341	0,348	0,352	0,353	0,352	0,348	0,341	0,332	0,308	0,279	0,246
5,25	0,242	0,272	0,299	0,320	0,328	0,334	0,337	0,339	0,337	0,334	0,328	0,320	0,299	0,272	0,242
5,50	0,238	0,265	0,289	0,308	0,316	0,321	0,324	0,325	0,324	0,321	0,316	0,308	0,289	0,265	0,238
5,75	0,233	0,258	0,280	0,298	0,304	0,309	0,312	0,313	0,312	0,309	0,304	0,298	0,280	0,258	0,233
6,00	0,229	0,252	0,272	0,288	0,293	0,298	0,300	0,301	0,300	0,298	0,293	0,288	0,272	0,252	0,229
6,25	0,225	0,246	0,264	0,278	0,283	0,287	0,289	0,290	0,289	0,287	0,283	0,278	0,264	0,246	0,225
6,50	0,220	0,240	0,256	0,269	0,274	0,277	0,279	0,280	0,279	0,277	0,274	0,269	0,256	0,240	0,220
6,75	0,216	0,234	0,249	0,261	0,265	0,268	0,270	0,270	0,270	0,268	0,265	0,261	0,249	0,234	0,216
7,00	0,212	0,228	0,242	0,253	0,256	0,259	0,261	0,260	0,261	0,259	0,256	0,253	0,248	0,228	0,212

Таблиця Г.14 - Значення σ_z/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 2,00$, $l_2/b = 4,00$)

z/b	σ_z/p при x/b														
	0,0	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00
0,00	0,000	0,250	0,500	0,750	1,000	1,000	1,000	0,875	0,750	0,625	0,500	0,375	0,250	0,125	0,000
0,25	0,040	0,252	0,500	0,747	0,960	0,996	0,979	0,873	0,749	0,625	0,500	0,375	0,250	0,126	0,020
0,50	0,078	0,264	0,499	0,734	0,919	0,976	0,955	0,864	0,746	0,623	0,500	0,376	0,252	0,133	0,039
0,75	0,113	0,281	0,498	0,714	0,878	0,942	0,926	0,848	0,739	0,620	0,498	0,377	0,257	0,144	0,059
1,00	0,145	0,299	0,495	0,689	0,836	0,902	0,893	0,827	0,727	0,614	0,497	0,378	0,263	0,157	0,077
1,25	0,174	0,315	0,491	0,664	0,796	0,861	0,858	0,802	0,712	0,606	0,494	0,380	0,270	0,171	0,094
1,50	0,198	0,328	0,485	0,639	0,757	0,819	0,821	0,774	0,694	0,596	0,489	0,381	0,277	0,184	0,111
1,75	0,218	0,338	0,479	0,615	0,721	0,778	0,784	0,745	0,674	0,584	0,484	0,382	0,284	0,196	0,126
2,00	0,235	0,346	0,471	0,592	0,687	0,740	0,748	0,715	0,653	0,570	0,478	0,382	0,290	0,208	0,140
2,25	0,249	0,350	0,463	0,570	0,655	0,704	0,713	0,686	0,631	0,556	0,471	0,382	0,296	0,218	0,153
1,50	0,260	0,353	0,454	0,550	0,625	0,670	0,680	0,657	0,608	0,541	0,463	0,380	0,300	0,226	0,165
2,75	0,268	0,354	0,445	0,530	0,597	0,638	0,649	0,630	0,587	0,526	0,454	0,378	0,303	0,234	0,175
3,00	0,275	0,353	0,435	0,511	0,572	0,609	0,619	0,603	0,565	0,510	0,445	0,375	0,305	0,240	0,184
3,25	0,279	0,351	0,425	0,493	0,548	0,581	0,591	0,578	0,544	0,495	0,435	0,741	0,306	0,245	0,192
3,50	0,282	0,348	0,415	0,476	0,525	0,556	0,565	0,554	0,524	0,480	0,426	0,366	0,306	0,249	0,198
3,75	0,284	0,345	0,405	0,460	0,504	0,532	0,541	0,531	0,505	0,465	0,416	0,361	0,306	0,252	0,204
4,00	0,285	0,340	0,395	0,445	0,485	0,510	0,518	0,510	0,487	0,451	0,406	0,356	0,304	0,254	0,209
4,25	0,284	0,336	0,386	0,431	0,466	0,89	0,497	0,490	0,469	0,437	0,396	0,350	0,302	0,256	0,212
4,50	0,283	0,330	0,376	0,417	0,449	0,470	0,477	0,471	0,452	0,423	0,386	0,344	0,300	0,256	0,218
4,75	0,282	0,325	0,367	0,404	0,433	0,452	0,459	0,453	0,437	0,410	0,376	0,338	0,297	0,256	0,218
5,00	0,279	0,319	0,358	0,391	0,418	0,435	0,441	0,437	0,422	0,398	0,367	0,332	0,294	0,256	0,219
5,25	0,277	0,314	0,349	0,380	0,404	0,419	0,425	0,421	0,408	0,386	0,358	0,325	0,290	0,255	0,220
5,50	0,274	0,308	0,340	0,368	0,390	0,404	0,410	0,406	0,394	0,374	0,349	0,310	0,286	0,253	0,221
5,75	0,271	0,302	0,332	0,358	0,378	0,391	0,396	0,393	0,381	0,364	0,340	0,312	0,282	0,251	0,221
6,00	0,267	0,297	0,324	0,347	0,366	0,378	0,382	0,379	0,369	0,353	0,331	0,306	0,278	0,249	0,221
6,25	0,264	0,291	0,316	0,338	0,354	0,365	0,370	0,367	0,358	0,343	0,323	0,300	0,274	0,247	0,220
6,50	0,260	0,285	0,308	0,328	0,344	0,354	0,358	0,356	0,347	0,334	0,315	0,294	0,270	0,244	0,219
6,75	0,256	0,280	0,301	0,319	0,334	0,343	0,347	0,345	0,337	0,324	0,308	0,288	0,266	0,242	0,218
7,00	0,252	0,274	0,294	0,311	0,324	0,333	0,336	0,334	0,327	0,316	0,300	0,282	0,261	0,239	0,216

Таблиця Г.15 - Значення σ_z/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 4,00$, $l_2/b = 4,00$)

z/b	σ_z/p при x/b														
	0,0	1,00	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	8,00	9,00
0,00	0,000	0,250	0,500	0,625	0,750	0,875	1,000	1,000	1,000	0,875	0,750	0,625	0,500	0,250	0,000
0,25	0,020	0,250	0,500	0,625	0,750	0,873	0,980	0,997	0,980	0,873	0,750	0,625	0,500	0,250	0,020
0,50	0,039	0,252	0,500	0,624	0,747	0,865	0,958	0,983	0,958	0,865	0,747	0,624	0,500	0,252	0,039
0,75	0,059	0,257	0,499	0,621	0,740	0,851	0,933	0,960	0,933	0,851	0,740	0,621	0,499	0,257	0,059
1,00	0,077	0,263	0,498	0,616	0,731	0,833	0,906	0,931	0,906	0,833	0,731	0,616	0,498	0,263	0,077
1,25	0,095	0,271	0,496	0,610	0,718	0,812	0,877	0,901	0,877	0,812	0,718	0,610	0,496	0,271	0,095
1,50	0,112	0,279	0,493	0,601	0,703	0,789	0,848	0,869	0,848	0,789	0,703	0,601	0,493	0,279	0,112
1,75	0,128	0,287	0,490	0,592	0,687	0,765	0,818	0,837	0,818	0,765	0,687	0,592	0,490	0,287	0,128
2,00	0,142	0,294	0,485	0,581	0,669	0,741	0,789	0,806	0,789	0,741	0,669	0,581	0,485	0,294	0,142
2,25	0,156	0,300	0,480	0,570	0,651	0,717	0,760	0,776	0,760	0,717	0,651	0,570	0,480	0,300	0,156
1,50	0,168	0,306	0,475	0,558	0,633	0,693	0,732	0,746	0,732	0,693	0,633	0,558	0,475	0,306	0,168
2,75	0,179	0,311	0,469	0,546	0,615	0,670	0,705	0,718	0,705	0,670	0,615	0,546	0,469	0,311	0,179
3,00	0,189	0,315	0,462	0,533	0,597	0,647	0,680	0,691	0,680	0,647	0,597	0,533	0,462	0,315	0,189
3,25	0,198	0,317	0,455	0,521	0,579	0,625	0,655	0,665	0,655	0,625	0,579	0,521	0,455	0,317	0,198
3,50	0,206	0,319	0,448	0,509	0,562	0,604	0,631	0,640	0,631	0,604	0,562	0,509	0,448	0,319	0,206
3,75	0,213	0,320	0,440	0,496	0,546	0,584	0,608	0,617	0,608	0,584	0,546	0,496	0,440	0,320	0,213
4,00	0,219	0,321	0,432	0,484	0,530	0,566	0,587	0,595	0,587	0,565	0,530	0,484	0,432	0,321	0,219
4,25	0,224	0,320	0,424	0,472	0,514	0,546	0,567	0,574	0,567	0,546	0,514	0,472	0,424	0,320	0,224
4,50	0,228	0,320	0,416	0,461	0,499	0,529	0,547	0,554	0,547	0,529	0,499	0,461	0,416	0,320	0,228
4,75	0,232	0,318	0,408	0,450	0,486	0,512	0,529	0,535	0,529	0,512	0,486	0,450	0,408	0,318	0,232
5,00	0,235	0,316	0,400	0,439	0,471	0,496	0,512	0,517	0,512	0,496	0,471	0,439	0,400	0,316	0,235
5,25	0,237	0,314	0,393	0,428	0,458	0,481	0,495	0,500	0,495	0,481	0,458	0,428	0,393	0,314	0,237
5,50	0,238	0,312	0,385	0,417	0,445	0,466	0,479	0,484	0,479	0,466	0,445	0,417	0,385	0,312	0,238
5,75	0,240	0,309	0,377	0,407	0,433	0,452	0,465	0,469	0,465	0,452	0,433	0,407	0,377	0,309	0,240
6,00	0,240	0,306	0,370	0,398	0,421	0,439	0,450	0,454	0,450	0,439	0,421	0,398	0,370	0,306	0,240
6,25	0,241	0,302	0,362	0,388	0,410	0,427	0,437	0,441	0,437	0,427	0,410	0,388	0,362	0,302	0,241
6,50	0,241	0,299	0,355	0,379	0,399	0,415	0,424	0,428	0,424	0,415	0,399	0,379	0,355	0,299	0,241
6,75	0,240	0,295	0,348	0,370	0,389	0,403	0,412	0,415	0,412	0,403	0,389	0,370	0,348	0,295	0,240
7,00	0,240	0,292	0,341	0,362	0,379	0,383	0,401	0,404	0,401	0,393	0,379	0,362	0,341	0,292	0,240

Додаток Д

(рекомендований)

Допоміжні таблиці для розрахунку максимальних дотичних напруг в основі дамби

Таблиця Д.1 - Значення τ_{max}/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження ($l_1/b = 0,25$, $l_2/b = 0,25$)

z/b	τ_{max}/p при x/b												
	0,0	0,12	0,25	0,37	0,50	0,62	0,75	1 0,87	1,00	1,12	1,25	1,37	1,50
0,00	0,015	0,010	0,016	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,016	0,010	0,015
0,25	0,246	0,289	0,295	0,270	0,243	0,226	0,221	0,226	0,243	0,270	0,295	0,289	0,246
0,50	0,260	0,289	0,307	0,314	0,313	0,310	0,309	0,310	0,313	0,314	0,307	0,289	0,260
0,75	0,248	0,270	0,287	0,299	0,306	0,310	0,311	0,310	0,306	0,299	0,287	0,270	0,248
1,00	0,231	0,247	0,260	0,271	0,278	0,283	0,284	0,283	0,278	0,271	0,260	0,247	0,231
1,25	0,212	0,224	0,234	0,242	0,248	0,252	0,253	0,252	0,248	0,242	0,234	0,224	0,212
1,50	0,194	0,203	0,211	0,217	0,221	0,224	0,225	0,224	0,221	0,217	0,211	0,203	0,194
1,75	0,178	0,184	0,190	0,195	0,198	0,200	0,201	0,200	0,198	0,195	0,190	0,184	0,178
2,00	0,163	0,168	0,173	0,176	0,179	0,180	0,181	0,180	0,179	0,176	0,173	0,168	0,163
2,25	0,150	0,154	0,158	0,160	0,162	0,163	0,164	0,163	0,162	0,160	0,158	0,154	0,150
2,50	0,139	0,142	0,145	0,147	0,148	0,149	0,149	0,149	0,148	0,147	0,145	0,142	0,139
2,75	0,129	0,132	0,134	0,135	0,136	0,137	0,137	0,137	0,136	0,135	0,134	0,132	0,129
3,00	0,120	0,122	0,124	0,125	0,126	0,127	0,127	0,127	0,126	0,125	0,124	0,122	0,120
3,25	0,113	0,114	0,115	0,117	0,117	0,118	0,118	0,118	0,117	0,117	0,115	0,114	0,113
3,50	0,106	0,107	0,108	0,109	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	0,109	0,108	0,107	0,106
3,75	0,099	0,101	0,101	0,102	0,103	0,103	0,103	0,103	0,103	0,102	0,101	0,101	0,099
4,00	0,094	0,095	0,096	0,096	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,096	0,096	0,095	0,094
4,25	0,089	0,090	0,090	0,091	0,091	0,091	0,092	0,091	0,091	0,091	0,090	0,090	0,089
4,50	0,084	0,085	0,086	0,086	0,086	0,087	0,087	0,087	0,086	0,086	0,086	0,085	0,084
4,75	0,080	0,081	0,081	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,081	0,081	0,080
5,00	0,077	0,077	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,077	0,077
5,25	0,073	0,074	0,074	0,074	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,074	0,074	0,074	0,073
5,50	0,070	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,070
5,75	0,067	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,067
6,00	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,066	0,066	0,066	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
6,25	0,062	0,062	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,062	0,062
6,50	0,060	0,060	0,060	0,060	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,060	0,060	0,060	0,060
6,75	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058

Таблиця Д.2 - Значення τ_{max}/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,25$, $l_2/b = 0,50$)

z/b	τ_{max}/p при x/b														
	0,0	0,12	0,25	0,37	0,50	0,62	0,75	0,87	1,00	1,12	1,25	1,37	1,50	1,62	1,75
0,00	0,015	0,010	0,016	0,004	0,003	0,003	0,002	0,002	0,003	0,003	0,009	0,006	0,005	0,005	0,003
0,25	0,248	0,290	0,293	0,266	0,237	0,217	0,208	0,208	0,218	0,236	0,253	0,258	0,240	0,223	0,187
0,50	0,264	0,292	0,309	0,313	0,310	0,305	0,301	0,300	0,302	0,303	0,302	0,294	0,277	0,253	0,233
0,75	0,255	0,276	0,292	0,303	0,309	0,312	0,313	0,312	0,309	0,305	0,297	0,285	0,270	0,250	0,227
1,00	0,239	0,255	0,268	0,279	0,280	0,291	0,293	0,292	0,289	0,284	0,276	0,265	0,252	0,238	0,219
1,25	0,221	0,233	0,244	0,253	0,259	0,263	0,265	0,265	0,262	0,258	0,251	0,243	0,232	0,220	0,207
1,50	0,204	0,213	0,222	0,228	0,233	0,237	0,238	0,238	0,236	0,233	0,228	0,221	0,213	0,204	0,194
1,75	0,188	0,195	0,202	0,207	0,211	0,213	0,215	0,215	0,213	0,210	0,206	0,201	0,195	0,188	0,180
2,00	0,174	0,179	0,184	0,188	0,191	0,193	0,194	0,194	0,193	0,191	0,188	0,184	0,179	0,174	0,168
2,25	0,161	0,165	0,169	0,172	0,174	0,176	0,177	0,177	0,176	0,174	0,172	0,169	0,165	0,161	0,156
2,50	0,149	0,153	0,156	0,158	0,160	0,161	0,162	0,162	0,161	0,160	0,158	0,156	0,153	0,149	0,146
2,75	0,139	0,142	0,144	0,146	0,148	0,149	0,149	0,149	0,149	0,148	0,146	0,144	0,142	0,130	0,136
3,00	0,130	0,132	0,134	0,136	0,137	0,138	0,138	0,138	0,138	0,137	0,136	0,134	0,132	0,130	0,128
3,25	0,122	0,124	0,125	0,126	0,127	0,128	0,128	0,128	0,128	0,127	0,127	0,125	0,124	0,122	0,120
3,50	0,115	0,116	0,117	0,118	0,119	0,120	0,120	0,120	0,120	0,119	0,118	0,117	0,116	0,115	0,113
3,75	0,108	0,109	0,110	0,111	0,112	0,112	0,113	0,113	0,112	0,112	0,111	0,110	0,109	0,108	0,107
4,00	0,102	0,103	0,104	0,105	0,105	0,106	0,106	0,100	0,106	0,105	0,105	0,104	0,103	0,102	0,101
4,23	0,097	0,098	0,099	0,099	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,099	0,099	0,098	0,097	0,096
4,50	0,092	0,093	0,093	0,094	0,094	0,095	0,095	0,095	0,095	0,094	0,094	0,094	0,093	0,092	0,091
4,75	0,088	0,088	0,089	0,089	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,089	0,089	0,088	0,088	0,087
5,00	0,084	0,084	0,085	0,085	0,085	0,086	0,086	0,086	0,088	0,086	0,085	0,085	0,084	0,084	0,083
5,25	0,080	0,081	0,081	0,081	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,081	0,081	0,081	0,080	0,079
5,50	0,077	0,077	0,077	0,078	0,070	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,077	0,077	0,077	0,076
5,75	0,074	0,074	0,074	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,074	0,074	0,074	0,073
6,00	0,071	0,071	0,071	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,071	0,071	0,071	0,070
6,25	0,068	0,068	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069
6,50	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,067	0,067	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,065
6,75	0,063	0,063	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,063	0,063	0,063

Таблиця Д.3 - Значення τ_{max}/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,25$, $l_2/b = 1,00$)

z/b	τ_{max}/p при x/b															
	0,0	1,12	0,25	0,37	0,50	0,62	0,75	0,87	1,00	1,12	1,25	1,37	1,50	1,75	2,00	2,25
0,00	0,015	0,010	0,016	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,005
0,25	0,252	0,291	0,291	0,260	0,228	0,204	0,191	0,186	0,188	0,195	0,202	0,201	0,193	0,175	0,158	0,128
0,50	0,270	0,296	0,310	0,311	0,304	0,295	0,287	0,282	0,279	0,278	0,275	0,271	0,263	0,240	0,209	0,169
0,75	0,283	0,284	0,298	0,307	0,311	0,312	0,310	0,308	0,305	0,301	0,296	0,289	0,279	0,255	0,224	0,187
1,00	0,250	0,266	0,279	0,289	0,296	0,299	0,301	0,301	0,298	0,295	0,289	0,282	0,274	0,251	0,224	0,193
1,25	0,235	0,248	0,258	0,267	0,274	0,278	0,280	0,281	0,280	0,277	0,272	0,266	0,259	0,240	0,217	0,191
1,50	0,220	0,230	0,238	0,245	0,231	0,255	0,258	0,259	0,258	0,256	0,252	0,247	0,241	0,226	0,207	0,185
1,75	0,205	0,213	0,220	0,226	0,230	0,234	0,236	0,237	0,236	0,235	0,232	0,228	0,223	0,211	0,195	0,178
2,00	0,191	0,197	0,203	0,208	0,211	0,214	0,216	0,217	0,217	0,216	0,214	0,211	0,207	0,197	0,184	0,170
2,25	0,179	0,184	0,188	0,192	0,195	0,197	0,199	0,199	0,199	0,198	0,197	0,194	0,191	0,183	0,173	0,162
2,50	0,167	0,171	0,175	0,178	0,180	0,182	0,183	0,184	0,184	0,183	0,182	0,180	0,178	0,171	0,163	0,153
2,75	0,157	0,160	0,163	0,165	0,167	0,169	0,170	0,170	0,170	0,170	0,169	0,167	0,165	0,160	0,153	0,145
3,00	0,147	0,150	0,152	0,154	0,156	0,157	0,158	0,159	0,159	0,158	0,157	0,156	0,154	0,150	0,145	0,138
3,25	0,139	0,141	0,143	0,145	0,143	0,147	0,148	0,148	0,148	0,148	0,147	0,146	0,145	0,141	0,136	0,131
3,50	0,131	0,133	0,134	0,136	0,137	0,138	0,139	0,139	0,139	0,139	0,138	0,137	0,136	0,133	0,129	0,124
3,75	0,124	0,125	0,127	0,128	0,129	0,130	0,130	0,131	0,131	0,130	0,130	0,129	0,128	0,126	0,122	0,118
4,00	0,117	0,119	0,120	0,121	0,122	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123	0,122	0,121	0,119	0,116	0,113
4,25	0,112	0,113	0,114	0,115	0,115	0,116	0,116	0,117	0,117	0,116	0,116	0,116	0,115	0,113	0,111	0,108
4,50	0,106	0,107	0,108	0,109	0,110	0,110	0,110	0,111	0,111	0,111	0,110	0,110	0,109	0,108	0,108	0,103
4,75	0,102	0,102	0,103	0,104	0,104	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,104	0,104	0,103	0,101	0,099
5,00	0,097	0,098	0,099	0,099	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,099	0,098	0,096	0,094
5,25	0,093	0,094	0,094	0,095	0,095	0,095	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,095	0,095	0,094	0,092	0,091
5,50	0,089	0,090	0,090	0,091	0,091	0,091	0,092	0,092	0,092	0,092	0,091	0,091	0,091	0,090	0,089	0,087
5,75	0,086	0,086	0,087	0,087	0,087	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,087	0,087	0,086	0,085	0,084
6,00	0,082	0,083	0,083	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,083	0,082	0,081
6,25	0,079	0,080	0,080	0,080	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,080	0,079	0,078
6,50	0,077	0,077	0,077	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,077	0,076	0,075
6,75	0,074	0,074	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,074	0,074	0,073

Таблиця Д.4 - Значення τ_{max}/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,25$, $l_2/b = 20,0$)

z/b	τ_{max}/p при x/b														
	0,0	0,12	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25
0,00	0,015	0,010	0,016	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
0,25	0,256	0,292	0,288	0,217	0,173	0,158	0,157	0,143	0,128	0,116	0,108	0,102	0,098	0,093	0,080
0,50	0,277	0,301	0,310	0,295	0,268	0,250	0,237	0,221	0,204	0,188	0,175	0,163	0,151	0,136	0,116
0,75	0,274	0,292	0,304	0,310	0,302	0,289	0,276	0,261	0,244	0,227	0,211	0,195	0,179	0,160	0,138
1,00	0,265	0,279	0,291	0,303	0,304	0,298	0,288	0,275	0,201	0,245	0,228	0,211	0,192	0,172	0,151
1,25	0,253	0,265	0,275	0,288	0,293	0,292	0,285	0,275	0,263	0,248	0,233	0,216	0,197	0,178	0,158
1,50	0,241	0,250	0,259	0,271	0,278	0,279	0,275	0,268	0,267	0,245	0,230	0,214	0,198	0,180	0,162
1,75	0,228	0,236	0,244	0,255	0,261	0,263	0,261	0,250	0,247	0,236	0,224	0,210	0,195	0,179	0,162
2,00	0,216	0,223	0,229	0,239	0,245	0,247	0,246	0,242	0,235	0,226	0,215	0,203	0,190	0,176	0,161
2,25	0,205	0,210	0,216	0,224	0,229	0,232	0,231	0,228	0,223	0,215	0,206	0,195	0,184	0,171	0,158
2,50	0,194	0,199	0,203	0,210	0,215	0,217	0,217	0,215	0,211	0,204	0,196	0,187	0,177	0,166	0,155
2,75	0,184	0,188	0,192	0,198	0,202	0,204	0,204	0,202	0,199	0,194	0,187	0,179	0,170	0,161	0,161
3,00	0,175	0,178	0,181	0,186	0,190	0,192	0,192	0,191	0,188	0,183	0,178	0,171	0,163	0,155	0,147
3,25	0,166	0,169	0,172	0,176	0,179	0,181	0,181	0,180	0,178	0,174	0,169	0,163	0,157	0,150	0,142
3,50	0,158	0,161	0,163	0,167	0,169	0,171	0,173	0,170	0,168	0,165	0,161	0,156	0,150	0,144	0,137
3,75	0,151	0,153	0,155	0,158	0,161	0,162	0,162	0,161	0,160	0,157	0,153	0,149	0,144	0,139	0,133
4,00	0,144	0,146	0,147	0,150	0,152	0,154	0,154	0,153	0,152	0,149	0,146	0,143	0,138	0,133	0,128
4,20	0,137	0,139	0,141	0,143	0,145	0,146	0,146	0,146	0,145	0,143	0,140	0,137	0,133	0,129	0,124
4,50	0,132	0,133	0,134	0,137	0,138	0,139	0,139	0,139	0,138	0,136	0,134	0,131	0,128	0,124	0,120
4,75	0,126	0,127	0,129	0,131	0,132	0,133	0,133	0,133	0,132	0,130	0,128	0,126	0,123	0,119	0,116
5,00	0,121	0,122	0,123	0,125	0,126	0,127	0,127	0,127	0,126	0,125	0,123	0,121	0,118	0,115	0,112
5,25	0,116	0,117	0,118	0,120	0,121	0,122	0,122	0,122	0,121	0,120	0,118	0,116	0,114	0,111	0,108
5,50	0,112	0,113	0,114	0,115	0,116	0,117	0,117	0,117	0,116	0,115	0,113	0,112	0,110	0,107	0,105
5,75	0,108	0,109	0,109	0,111	0,112	0,112	0,112	0,112	0,111	0,111	0,109	0,108	0,106	0,104	0,101
6,00	0,104	0,105	0,105	0,107	0,107	0,108	0,108	0,108	0,107	0,100	0,105	0,104	0,102	0,100	0,098
6,25	0,100	0,101	0,102	0,103	0,103	0,104	0,104	0,104	0,103	0,103	0,102	0,100	0,099	0,097	0,095
6,50	0,097	0,096	0,098	0,099	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,099	0,098	0,097	0,096	0,094	0,092
6,75	0,094	0,094	0,095	0,096	0,096	0,097	0,097	0,097	0,096	0,096	0,095	0,094	0,093	0,091	0,090

Таблиця Д.5 - Значення τ_{max}/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,25$, $l_2/b = 4,00$)

z/b	τ_{max}/p при x/b														
	0,0	0,12	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,75	2,25	2,75	3,25	3,75	4,25	4,75	5,25
0,00	0,015	0,010	0,016	0,003	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,25	0,260	0,293	0,284	0,206	0,156	0,134	0,124	0,095	0,078	0,068	0,061	0,057	0,055	0,054	0,049
0,50	0,284	0,305	0,310	0,285	0,249	0,222	0,201	0,165	0,139	0,121	0,109	0,101	0,095	0,090	0,076
0,75	0,285	0,300	0,308	0,306	0,288	0,268	0,248	0,212	0,183	0,162	0,146	0,134	0,124	0,113	0,094
1,00	0,279	0,291	0,300	0,306	0,300	0,288	0,273	0,242	0,214	0,191	0,173	0,158	0,144	0,129	0,108
1,25	0,271	0,282	0,290	0,299	0,299	0,293	0,283	0,258	0,233	0,211	0,192	0,175	0,158	0,140	0,118
1,50	0,262	0,271	0,279	0,288	0,292	0,290	0,284	0,265	0,244	0,223	0,204	0,186	0,168	0,148	0,126
1,75	0,253	0,261	0,268	0,277	0,282	0,282	0,279	0,266	0,248	0,229	0,211	0,192	0,173	0,153	0,132
2,00	0,244	0,251	0,257	0,266	0,271	0,273	0,272	0,263	0,248	0,231	0,214	0,195	0,177	0,156	0,136
2,25	0,235	0,241	0,246	0,255	0,260	0,263	0,263	0,257	0,245	0,230	0,214	0,196	0,178	0,158	0,138
2,50	0,226	0,232	0,236	0,244	0,249	0,252	0,253	0,249	0,240	0,227	0,212	0,195	0,178	0,159	0,140
2,75	0,218	0,223	0,227	0,234	0,239	0,242	0,243	0,241	0,234	0,222	0,208	0,193	0,176	0,159	0,141
3,00	0,210	0,214	0,218	0,224	0,229	0,232	0,234	0,232	0,226	0,217	0,204	0,190	0,174	0,158	0,141
3,25	0,202	0,206	0,209	0,215	0,219	0,223	0,224	0,224	0,219	0,210	0,199	0,186	0,172	0,156	0,141
3,50	0,195	0,198	0,201	0,206	0,210	0,213	0,215	0,215	0,211	0,204	0,194	0,182	0,168	0,154	0,140
3,75	0,188	0,191	0,194	0,198	0,202	0,205	0,207	0,207	0,204	0,197	0,188	0,177	0,165	0,152	0,138
4,00	0,181	0,184	0,186	0,191	0,194	0,197	0,198	0,199	0,196	0,191	0,183	0,173	0,161	0,149	0,137
4,25	0,175	0,177	0,180	0,184	0,187	0,189	0,191	0,191	0,189	0,184	0,177	0,168	0,158	0,147	0,135
4,50	0,169	0,171	0,173	0,177	0,180	0,182	0,183	0,184	0,182	0,178	0,172	0,163	0,154	0,144	0,133
4,75	0,164	0,166	0,167	0,170	0,173	0,175	0,177	0,177	0,176	0,172	0,156	0,159	0,150	0,141	0,131
5,00	0,158	0,160	0,162	0,165	0,167	0,169	0,170	0,171	0,170	0,166	0,161	0,154	0,146	0,138	0,128
5,25	0,153	0,155	0,156	0,159	0,161	0,163	0,164	0,165	0,164	0,161	0,156	0,150	0,143	0,135	0,126
5,50	0,148	0,150	0,151	0,154	0,156	0,157	0,158	0,159	0,156	0,155	0,151	0,146	0,139	0,132	0,124
5,75	0,144	0,145	0,146	0,149	0,150	0,152	0,153	0,154	0,153	0,150	0,147	0,142	0,136	0,129	0,121
6,00	0,140	0,141	0,142	0,144	0,146	0,147	0,148	0,149	0,148	0,146	0,142	0,138	0,132	0,126	0,119
6,25	0,135	0,137	0,138	0,139	0,141	0,142	0,143	0,144	0,143	0,141	0,138	0,134	0,129	0,123	0,117
6,50	0,132	0,133	0,134	0,135	0,137	0,138	0,139	0,139	0,139	0,137	0,134	0,130	0,125	0,120	0,114
6,75	0,128	0,129	0,130	0,131	0,133	0,134	0,134	0,135	0,134	0,133	0,130	0,127	0,122	0,117	0,112

Таблиця Д.6 - Значення τ_{max}/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,50$, $l_2/b = 0,50$)

z/b	τ_{max}/p при x/b														
	0,0	0,12	0,25	0,37	0,50	0,75	0,87	1,00	1,12	1,25	1,50	1,62	1,75	1,87	2,00
0,00	0,008	0,005	0,005	0,005	0,009	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,009	0,005	0,005	0,005	0,008
0,25	0,189	0,224	0,247	0,257	0,251	0,211	0,199	0,195	0,199	0,211	0,251	0,257	0,247	0,224	0,189
0,50	0,227	0,256	0,280	0,295	0,301	0,297	0,293	0,292	0,293	0,297	0,301	0,295	0,280	0,256	0,227
0,75	0,232	0,255	0,274	0,289	0,300	0,310	0,312	0,312	0,312	0,310	0,300	0,289	0,274	0,255	0,232
1,00	0,226	0,243	0,259	0,272	0,282	0,295	0,298	0,299	0,298	0,295	0,282	0,272	0,259	0,243	0,226
1,25	0,215	0,228	0,240	0,251	0,260	0,272	0,275	0,276	0,275	0,272	0,260	0,251	0,240	0,228	0,215
1,50	0,202	0,212	0,222	0,230	0,238	0,247	0,250	0,251	0,250	0,247	0,238	0,230	0,222	0,212	0,202
1,75	0,189	0,197	0,205	0,211	0,217	0,225	0,227	0,227	0,227	0,225	0,217	0,211	0,205	0,197	0,189
2,00	0,177	0,183	0,189	0,194	0,199	0,205	0,206	0,207	0,206	0,205	0,199	0,194	0,189	0,183	0,177
2,25	0,165	0,170	0,175	0,179	0,183	0,188	0,189	0,189	0,189	0,188	0,183	0,179	0,175	0,170	0,165
2,50	0,155	0,159	0,163	0,166	0,169	0,172	0,173	0,174	0,173	0,172	0,169	0,166	0,163	0,159	0,155
2,75	0,145	0,148	0,152	0,154	0,156	0,159	0,160	0,160	0,160	0,159	0,156	0,154	0,152	0,148	0,145
3,00	0,136	0,139	0,142	0,144	0,146	0,148	0,149	0,149	0,149	0,148	0,146	0,144	0,142	0,139	0,136
3,25	0,128	0,131	0,133	0,135	0,136	0,138	0,139	0,139	0,139	0,138	0,136	0,135	0,133	0,131	0,128
3,50	0,121	0,123	0,125	0,126	0,128	0,129	0,130	0,130	0,130	0,129	0,128	0,126	0,125	0,123	0,121
3,75	0,115	0,116	0,118	0,119	0,120	0,121	0,122	0,122	0,122	0,121	0,120	0,119	0,118	0,116	0,115
4,00	0,109	0,110	0,111	0,112	0,113	0,114	0,115	0,115	0,115	0,114	0,113	0,112	0,111	0,110	0,109
4,25	0,103	0,105	0,106	0,107	0,107	0,108	0,109	0,109	0,109	0,108	0,107	0,107	0,106	0,105	0,103
4,50	0,098	0,099	0,100	0,101	0,102	0,103	0,103	0,103	0,103	0,103	0,102	0,101	0,100	0,099	0,098
4,75	0,094	0,095	0,096	0,096	0,097	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,097	0,096	0,096	0,095	0,094
5,00	0,090	0,091	0,091	0,092	0,092	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,092	0,092	0,091	0,091	0,090
5,23	0,086	0,087	0,087	0,088	0,088	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,088	0,088	0,087	0,087	0,086
5,50	0,082	0,083	0,084	0,084	0,084	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,084	0,084	0,084	0,083	0,082
5,75	0,079	0,080	0,080	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,080	0,080	0,079
6,00	0,076	0,077	0,077	0,077	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,077	0,077	0,077	0,076
6,25	0,073	0,074	0,074	0,074	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,074	0,074	0,074	0,073
6,50	0,071	0,071	0,071	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,071	0,071	0,071
6,75	0,068	0,069	0,069	0,069	0,069	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,069	0,069	0,069	0,069	0,068

Таблиця Д.7 - Значення τ_{max}/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,50$, $l_2/b = 1,00$)

z/b	τ_{max}/p при x/b														
	0,0	0,25	0,50	0,62	0,75	0,87	1,00	1,12	1,25	1,37	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
0,00	0,008	0,005	0,009	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,006	0,003	0,003	0,003	0,005
0,25	0,192	0,247	0,246	0,224	0,201	0,186	0,177	0,176	0,180	0,189	0,198	0,192	0,176	0,159	0,128
0,50	0,233	0,283	0,299	0,295	0,288	0,281	0,275	0,273	0,272	0,273	0,272	0,262	0,241	0,211	0,172
0,75	0,240	0,280	0,303	0,308	0,309	0,308	0,307	0,305	0,302	0,299	0,295	0,281	0,258	0,227	0,191
1,00	0,236	0,268	0,290	0,297	0,301	0,304	0,304	0,303	0,301	0,298	0,293	0,278	0,256	0,228	0,197
1,25	0,227	0,252	0,272	0,279	0,284	0,287	0,288	0,288	0,286	0,283	0,278	0,265	0,246	0,222	0,196
1,50	0,216	0,236	0,252	0,258	0,263	0,266	0,268	0,268	0,267	0,264	0,260	0,249	0,233	0,213	0,192
1,75	0,204	0,221	0,234	0,239	0,243	0,245	0,247	0,247	0,246	0,244	0,241	0,232	0,219	0,203	0,185
2,00	0,192	0,206	0,217	0,221	0,224	0,226	0,228	0,228	0,227	0,226	0,223	0,215	0,205	0,192	0,177
2,25	0,181	0,192	0,201	0,204	0,207	0,209	0,210	0,210	0,210	0,209	0,207	0,200	0,192	0,181	0,169
2,50	0,171	0,180	0,187	0,190	0,192	0,194	0,195	0,195	0,194	0,193	0,192	0,187	0,180	0,174	0,161
2,75	0,161	0,169	0,174	0,177	0,179	0,180	0,181	0,181	0,181	0,180	0,179	0,174	0,169	0,161	0,153
3,00	0,152	0,158	0,163	0,165	0,167	0,168	0,168	0,169	0,169	0,168	0,167	0,163	0,159	0,152	0,145
3,25	0,144	0,149	0,153	0,155	0,156	0,157	0,158	0,158	0,158	0,157	0,156	0,153	0,149	0,144	0,138
3,50	0,136	0,141	0,144	0,146	0,147	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148	0,147	0,144	0,141	0,137	0,132
3,75	0,130	0,133	0,136	0,137	0,138	0,139	0,139	0,140	0,139	0,139	0,138	0,136	0,134	0,130	0,126
4,00	0,123	0,126	0,129	0,130	0,131	0,131	0,132	0,132	0,132	0,131	0,131	0,129	0,127	0,124	0,120
4,25	0,117	0,120	0,122	0,123	0,124	0,124	0,125	0,125	0,125	0,124	0,124	0,123	0,120	0,118	0,115
4,50	0,112	0,115	0,116	0,117	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118	0,117	0,115	0,112	0,110
4,75	0,107	0,109	0,111	0,112	0,112	0,112	0,113	0,113	0,113	0,112	0,112	0,111	0,109	0,107	0,105
5,00	0,103	0,105	0,106	0,106	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,106	0,105	0,103	0,101
5,25	0,098	0,100	0,101	0,102	0,102	0,102	0,103	0,103	0,103	0,103	0,102	0,101	0,100	0,099	0,097
5,50	0,095	0,096	0,097	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,097	0,096	0,095	0,093
5,75	0,091	0,092	0,093	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,093	0,092	0,091	0,090
6,00	0,088	0,089	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,091	0,091	0,090	0,090	0,090	0,089	0,088	0,086
6,25	0,084	0,085	0,086	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,086	0,086	0,085	0,083
6,50	0,082	0,082	0,083	0,083	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,083	0,083	0,082	0,081
6,75	0,079	0,080	0,080	0,080	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,080	0,080	0,079	0,078

Таблиця Д.8 - Значення τ_{max}/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,50$, $l_2/b = 2,00$)

z/b	τ_{max}/p при x/b														
	0,0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50
0,00	0,008	0,005	0,009	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
0,25	0,197	0,248	0,241	0,189	0,158	0,150	0,152	0,141	0,125	0,115	0,107	0,102	0,098	0,094	0,081
0,50	0,240	0,286	0,295	0,276	0,254	0,240	0,231	0,218	0,202	0,188	0,175	0,163	0,152	0,138	0,118
0,75	0,251	0,287	0,305	0,304	0,294	0,283	0,272	0,258	0,243	0,227	0,212	0,197	0,180	0,162	0,140
1,00	0,249	0,279	0,298	0,305	0,303	0,297	0,287	0,275	0,261	0,246	0,230	0,213	0,195	0,175	0,163
1,25	0,243	0,267	0,285	0,294	0,297	0,294	0,287	0,278	0,265	0,251	0,238	0,219	0,201	0,181	0,161
1,50	0,234	0,258	0,270	0,280	0,284	0,284	0,279	0,271	0,261	0,248	0,234	0,218	0,201	0,183	0,166
1,75	0,224	0,242	0,255	0,264	0,269	0,270	0,267	0,261	0,252	0,241	0,228	0,214	0,199	0,183	0,100
2,00	0,214	0,229	0,241	0,249	0,254	0,255	0,253	0,248	0,241	0,232	0,221	0,208	0,194	0,180	0,165
2,25	0,205	0,217	0,227	0,234	0,239	0,240	0,239	0,235	0,229	0,221	0,212	0,201	0,189	0,176	0,163
2,50	0,195	0,205	0,214	0,220	0,224	0,226	0,225	0,222	0,218	0,211	0,202	0,193	0,182	0,171	0,160
2,75	0,186	0,195	0,202	0,208	0,211	0,213	0,213	0,210	0,200	0,200	0,193	0,185	0,170	0,166	0,156
3,00	0,177	0,185	0,191	0,196	0,199	0,201	0,200	0,199	0,195	0,190	0,184	0,177	0,169	0,161	0,152
3,25	0,169	0,176	0,181	0,185	0,188	0,190	0,189	0,188	0,185	0,181	0,176	0,169	0,163	0,155	0,147
3,50	0,162	0,167	0,172	0,176	0,178	0,179	0,179	0,178	0,176	0,172	0,168	0,162	0,156	0,150	0,143
3,75	0,155	0,159	0,164	0,167	0,169	0,170	0,170	0,169	0,167	0,164	0,160	0,155	0,150	0,144	0,138
4,00	0,148	0,152	0,156	0,159	0,160	0,161	0,161	0,161	0,159	0,156	0,153	0,149	0,144	0,139	0,134
4,25	0,142	0,146	0,149	0,151	0,153	0,154	0,154	0,153	0,151	0,149	0,146	0,143	0,139	0,134	0,129
4,50	0,136	0,139	0,142	0,144	0,146	0,146	0,146	0,146	0,145	0,143	0,140	0,137	0,133	0,129	0,125
4,75	0,131	0,134	0,136	0,138	0,139	0,140	0,140	0,139	0,138	0,136	0,134	0,131	0,128	0,125	0,121
5,00	0,126	0,128	0,130	0,132	0,133	0,134	0,134	0,133	0,132	0,131	0,129	0,126	0,124	0,120	0,117
5,25	0,121	0,123	0,125	0,127	0,128	0,128	0,128	0,128	0,127	0,126	0,124	0,122	0,119	0,116	0,113
5,50	0,116	0,119	0,120	0,122	0,122	0,123	0,123	0,123	0,122	0,121	0,119	0,117	0,115	0,112	0,110
5,75	0,112	0,114	0,116	0,117	0,118	0,118	0,118	0,118	0,117	0,116	0,115	0,113	0,111	0,109	0,106
6,00	0,108	0,110	0,112	0,113	0,113	0,114	0,114	0,114	0,113	0,112	0,111	0,109	0,107	0,105	0,103
6,25	0,105	0,106	0,108	0,109	0,109	0,110	0,110	0,109	0,109	0,108	0,107	0,105	0,104	0,102	0,100
6,50	0,101	0,103	0,104	0,105	0,105	0,106	0,106	0,106	0,105	0,104	0,103	0,102	0,101	0,099	0,097
6,75	0,098	0,099	0,100	0,101	0,102	0,102	0,102	0,102	0,101	0,101	0,100	0,099	0,097	0,096	0,094

Таблиця Д.9 - Значення τ_{max}/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,50$, $l_2/b = 4,00$)

z/b	τ_{max}/p при x/b														
	0,0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50
0,00	0,009	0,005	0,009	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,25	0,202	0,249	0,235	0,177	0,141	0,126	0,118	0,093	0,077	0,067	0,061	0,057	0,055	0,055	0,050
0,50	0,248	0,289	0,291	0,263	0,232	0,210	0,194	0,162	0,137	0,120	0,109	0,101	0,096	0,090	0,076
0,75	0,262	0,294	0,304	0,295	0,277	0,259	0,241	0,209	0,181	0,181	0,146	0,135	0,125	0,113	0,095
1,00	0,263	0,290	0,303	0,303	0,295	0,282	0,268	0,239	0,212	0,191	0,173	0,159	0,145	0,130	0,109
1,25	0,260	0,202	0,296	0,300	0,298	0,291	0,280	0,257	0,232	0,211	0,192	0,176	0,159	0,141	0,119
1,50	0,254	0,273	0,286	0,293	0,294	0,290	0,284	0,265	0,244	0,224	0,205	0,187	0,169	0,149	0,127
1,75	0,248	0,264	0,276	0,283	0,286	0,285	0,281	0,267	0,249	0,231	0,212	0,194	0,175	0,155	0,133
2,00	0,240	0,254	0,265	0,273	0,277	0,277	0,275	0,265	0,250	0,233	0,216	0,198	0,179	0,159	0,138
2,25	0,233	0,245	0,255	0,262	0,266	0,268	0,267	0,260	0,248	0,233	0,216	0,199	0,180	0,161	0,141
2,50	0,225	0,236	0,245	0,252	0,256	0,258	0,258	0,253	0,243	0,230	0,215	0,198	0,180	0,162	0,142
2,75	0,217	0,227	0,235	0,241	0,246	0,248	0,249	0,246	0,237	0,226	0,212	0,196	0,179	0,161	0,143
3,00	0,210	0,219	0,226	0,232	0,236	0,239	0,240	0,237	0,231	0,220	0,208	0,193	0,177	0,161	0,144
3,25	0,203	0,211	0,217	0,223	0,227	0,229	0,230	0,229	0,223	0,214	0,203	0,189	0,175	0,159	0,143
3,50	0,196	0,203	0,209	0,214	0,218	0,220	0,221	0,221	0,216	0,208	0,198	0,185	0,172	0,157	0,143
3,75	0,190	0,196	0,201	0,206	0,209	0,211	0,213	0,213	0,209	0,202	0,192	0,181	0,169	0,155	0,141
4,00	0,183	0,189	0,194	0,198	0,201	0,203	0,205	0,205	0,201	0,195	0,187	0,177	0,165	0,153	0,140
4,25	0,177	0,182	0,187	0,190	0,193	0,195	0,197	0,197	0,194	0,189	0,181	0,172	0,161	0,150	0,138
4,50	0,172	0,176	0,180	0,183	0,186	0,188	0,189	0,190	0,187	0,183	0,176	0,167	0,158	0,147	0,136
4,75	0,165	0,170	0,174	0,177	0,179	0,181	0,182	0,183	0,181	0,177	0,171	0,163	0,154	0,144	0,134
5,00	0,161	0,165	0,168	0,171	0,173	0,175	0,176	0,176	0,175	0,171	0,165	0,158	0,150	0,141	0,132
5,25	0,156	0,159	0,162	0,165	0,167	0,169	0,170	0,170	0,169	0,165	0,160	0,154	0,146	0,138	0,129
5,50	0,151	0,154	0,137	0,160	0,161	0,163	0,164	0,164	0,163	0,160	0,156	0,150	0,143	0,135	0,127
5,75	0,147	0,150	0,152	0,154	0,156	0,157	0,158	0,159	0,158	0,155	0,151	0,146	0,139	0,132	0,125
6,00	0,143	0,145	0,148	0,149	0,151	0,152	0,153	0,154	0,153	0,150	0,147	0,142	0,136	0,129	0,122
6,25	0,139	0,141	0,143	0,145	0,146	0,147	0,148	0,149	0,148	0,146	0,142	0,138	0,133	0,126	0,120
6,50	0,135	0,137	0,139	0,140	0,142	0,143	0,144	0,144	0,143	0,141	0,138	0,134	0,129	0,124	0,118
6,75	0,131	0,133	0,135	0,136	0,138	0,139	0,139	0,140	0,139	0,137	0,134	0,131	0,126	0,121	0,115

Таблиця Д.10 - Значення τ_{max}/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 0,25$, $l_2/b = 1,00$)

z/b	τ_{max}/p при x/b														
	0,0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,37	1,50	1,62	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
0,00	0,005	0,003	0,003	0,003	0,005	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005	0,003	0,003	0,003	0,005
0,25	0,130	0,160	0,176	0,190	0,192	0,169	0,162	0,159	0,162	0,169	0,192	0,190	0,176	0,160	0,130
0,50	0,176	0,215	0,242	0,261	0,266	0,260	0,257	0,256	0,257	0,260	0,266	0,261	0,242	0,215	0,176
0,75	0,197	0,233	0,262	0,282	0,293	0,296	0,296	0,296	0,296	0,296	0,293	0,282	0,262	0,233	0,197
1,00	0,205	0,236	0,262	0,283	0,296	0,302	0,304	0,304	0,304	0,302	0,296	0,283	0,262	0,236	0,205
1,25	0,203	0,231	0,255	0,273	0,286	0,293	0,295	0,296	0,295	0,293	0,286	0,273	0,255	0,231	0,203
1,50	0,202	0,224	0,243	0,260	0,271	0,278	0,280	0,281	0,280	0,278	0,271	0,260	0,243	0,224	0,202
1,75	0,196	0,214	0,231	0,245	0,255	0,261	0,263	0,263	0,263	0,261	0,255	0,245	0,231	0,214	0,196
2,00	0,189	0,204	0,218	0,230	0,238	0,244	0,245	0,246	0,245	0,244	0,238	0,230	0,218	0,204	0,189
2,25	0,181	0,194	0,206	0,216	0,223	0,227	0,228	0,229	0,228	0,227	0,223	0,216	0,206	0,194	0,181
2,50	0,174	0,185	0,194	0,202	0,208	0,212	0,213	0,213	0,213	0,212	0,208	0,202	0,194	0,185	0,174
2,75	0,166	0,175	0,183	0,190	0,195	0,198	0,199	0,200	0,199	0,198	0,195	0,190	0,183	0,175	0,166
3,00	0,159	0,166	0,173	0,179	0,183	0,186	0,187	0,187	0,187	0,186	0,183	0,179	0,173	0,166	0,159
3,25	0,151	0,158	0,164	0,169	0,173	0,175	0,176	0,175	0,175	0,173	0,173	0,169	0,164	0,158	0,151
3,50	0,145	0,151	0,156	0,160	0,163	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165	0,163	0,160	0,156	0,151	0,145
3,75	0,139	0,144	0,148	0,151	0,154	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,154	0,151	0,148	0,144	0,139
4,00	0,133	0,137	0,141	0,144	0,146	0,147	0,148	0,148	0,148	0,147	0,146	0,144	0,141	0,137	0,133
4,25	0,127	0,131	0,134	0,137	0,139	0,140	0,140	0,110	0,140	0,140	0,139	0,137	0,134	0,131	0,127
4,50	0,122	0,125	0,128	0,130	0,132	0,136	0,133	0,133	0,133	0,133	0,132	0,130	0,128	0,125	0,122
4,75	0,117	0,120	0,122	0,124	0,126	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,126	0,124	0,122	0,120	0,117
5,00	0,112	0,115	0,117	0,119	0,120	0,121	0,121	0,121	0,121	0,121	0,120	0,119	0,117	0,115	0,112
5,25	0,108	0,111	0,112	0,114	0,115	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,115	0,114	0,112	0,111	0,108
5,50	0,104	0,106	0,108	0,109	0,110	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,110	0,109	0,108	0,106	0,104
5,75	0,101	0,102	0,104	0,105	0,106	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,106	0,105	0,104	0,102	0,101
6,00	0,097	0,099	0,100	0,101	0,102	0,102	0,103	0,103	0,103	0,102	0,102	0,101	0,100	0,099	0,097
6,25	0,094	0,095	0,096	0,097	0,098	0,099	0,099	0,099	0,099	0,099	0,098	0,097	0,096	0,095	0,094
6,50	0,091	0,092	0,093	0,094	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,094	0,093	0,092	0,091
6,75	0,088	0,089	0,090	0,091	0,091	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,091	0,091	0,090	0,089	0,088

Таблиця Д.11 - Значення τ_{max}/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 1,00$, $l_2/b = 2,00$)

z/b	τ_{max}/p при x/b														
	0,0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00
0,00	0,005	0,003	0,003	0,003	0,005	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003
0,25	0,134	0,163	0,176	0,187	0,184	0,156	0,140	0,138	0,145	0,137	0,124	0,114	0,107	0,099	0,082
0,50	0,183	0,219	0,244	0,258	0,258	0,245	0,232	0,226	0,222	0,213	0,200	0,186	0,175	0,154	0,120
0,75	0,206	0,240	0,266	0,283	0,288	0,285	0,278	0,272	0,264	0,254	0,241	0,228	0,213	0,183	0,143
1,00	0,216	0,245	0,270	0,287	0,296	0,299	0,296	0,291	0,284	0,274	0,262	0,248	0,233	0,199	0,158
1,25	0,218	0,244	0,266	0,282	0,293	0,298	0,298	0,295	0,288	0,279	0,268	0,255	0,240	0,206	0,167
1,50	0,217	0,238	0,258	0,273	0,283	0,289	0,291	0,289	0,284	0,277	0,266	0,254	0,240	0,208	0,171
1,75	0,212	0,231	0,248	0,261	0,271	0,277	0,280	0,279	0,275	0,269	0,260	0,249	0,236	0,206	0,173
2,00	0,207	0,223	0,237	0,249	0,258	0,264	0,267	0,267	0,264	0,268	0,251	0,241	0,229	0,203	0,173
2,25	0,200	0,214	0,227	0,237	0,245	0,251	0,253	0,254	0,251	0,247	0,240	0,232	0,221	0,198	0,171
2,50	0,194	0,205	0,216	0,225	0,232	0,237	0,240	0,240	0,239	0,235	0,229	0,222	0,213	0,192	0,168
2,75	0,187	0,197	0,206	0,214	0,220	0,225	0,227	0,228	0,226	0,223	0,218	0,212	0,204	0,188	0,165
3,00	0,180	0,189	0,197	0,204	0,209	0,213	0,215	0,216	0,215	0,212	0,208	0,202	0,196	0,179	0,161
3,25	0,173	0,181	0,188	0,194	0,199	0,202	0,204	0,205	0,204	0,201	0,198	0,193	0,187	0,173	0,157
3,50	0,166	0,173	0,179	0,185	0,189	0,192	0,194	0,194	0,194	0,192	0,188	0,184	0,179	0,167	0,152
3,75	0,160	0,166	0,172	0,176	0,180	0,183	0,184	0,185	0,184	0,182	0,180	0,176	0,172	0,161	0,148
4,00	0,154	0,160	0,164	0,168	0,172	0,174	0,175	0,176	0,175	0,174	0,172	0,168	0,164	0,155	0,143
4,25	0,149	0,153	0,157	0,161	0,164	0,166	0,167	0,168	0,167	0,166	0,164	0,161	0,158	0,149	0,139
4,50	0,143	0,147	0,151	0,154	0,157	0,159	0,160	0,160	0,160	0,159	0,157	0,154	0,151	0,144	0,135
4,75	0,138	0,142	0,145	0,148	0,150	0,152	0,153	0,153	0,153	0,152	0,150	0,148	0,145	0,139	0,131
5,00	0,133	0,137	0,140	0,142	0,144	0,145	0,146	0,147	0,146	0,146	0,144	0,142	0,140	0,134	0,127
5,25	0,129	0,132	0,134	0,137	0,138	0,140	0,140	0,141	0,140	0,140	0,139	0,137	0,135	0,129	0,123
5,50	0,124	0,127	0,129	0,131	0,133	0,134	0,135	0,135	0,135	0,134	0,133	0,132	0,130	0,125	0,119
5,75	0,120	0,123	0,125	0,127	0,128	0,129	0,130	0,130	0,130	0,129	0,128	0,127	0,125	0,121	0,115
6,00	0,116	0,119	0,121	0,122	0,123	0,124	0,125	0,125	0,125	0,125	0,124	0,122	0,121	0,117	0,112
6,25	0,113	0,115	0,116	0,118	0,119	0,120	0,120	0,121	0,121	0,120	0,119	0,118	0,117	0,113	0,109
6,50	0,109	0,111	0,113	0,114	0,115	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,115	0,114	0,113	0,110	0,106
6,75	0,106	0,108	0,109	0,110	0,111	0,112	0,112	0,113	0,112	0,112	0,111	0,111	0,109	0,107	0,103

Таблиця Д.12 - Значення τ_{max}/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 1,00$, $l_2/b = 4,00$)

z/b	τ_{max}/p при x/b														
	0,0	0,50	1,0	1,2	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
0,00	0,005	0,003	0,005	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,25	0,138	0,176	0,176	0,144	0,122	0,114	0,110	0,090	0,075	0,066	0,060	0,057	0,055	0,055	0,050
0,50	0,190	0,246	0,248	0,228	0,207	0,193	0,182	0,156	0,134	0,119	0,109	0,101	0,096	0,091	0,077
0,75	0,216	0,271	0,281	0,270	0,250	0,242	0,229	0,202	0,178	0,160	0,146	0,135	0,126	0,115	0,096
1,00	0,228	0,278	0,294	0,290	0,281	0,270	0,259	0,234	0,210	0,190	0,174	0,160	0,147	0,131	0,111
1,25	0,233	0,277	0,296	0,296	0,292	0,284	0,275	0,253	0,231	0,211	0,193	0,177	0,151	0,143	0,127
1,50	0,234	0,272	0,292	0,295	0,293	0,288	0,282	0,264	0,244	0,225	0,207	0,189	0,172	0,152	0,130
1,75	0,232	0,266	0,285	0,289	0,290	0,287	0,282	0,268	0,251	0,233	0,215	0,197	0,178	0,158	0,136
2,00	0,229	0,258	0,277	0,282	0,283	0,282	0,279	0,268	0,253	0,236	0,219	0,201	0,182	0,162	0,141
2,25	0,224	0,250	0,268	0,273	0,275	0,275	0,273	0,265	0,252	0,237	0,220	0,203	0,184	0,165	0,144
1,50	0,219	0,242	0,258	0,263	0,266	0,267	0,266	0,260	0,249	0,235	0,220	0,203	0,185	0,166	0,147
2,75	0,213	0,234	0,249	0,254	0,257	0,258	0,258	0,255	0,244	0,232	0,217	0,201	0,184	0,166	0,148
3,00	0,208	0,226	0,240	0,245	0,248	0,249	0,249	0,246	0,238	0,227	0,214	0,199	0,183	0,166	0,149
3,25	0,202	0,219	0,231	0,236	0,239	0,240	0,241	0,238	0,231	0,222	0,210	0,190	0,181	0,165	0,148
3,50	0,196	0,211	0,223	0,227	0,230	0,232	0,232	0,230	0,224	0,216	0,205	0,192	0,178	0,163	0,148
3,75	0,191	0,204	0,215	0,219	0,221	0,223	0,224	0,222	0,217	0,210	0,200	0,188	0,175	0,161	0,147
4,00	0,165	0,198	0,207	0,211	0,213	0,215	0,216	0,215	0,210	0,204	0,194	0,184	0,172	0,159	0,145
4,25	0,180	0,191	0,200	0,203	0,205	0,207	0,208	0,207	0,204	0,197	0,189	0,179	0,188	0,156	0,144
4,50	0,175	0,185	0,193	0,196	0,198	0,200	0,200	0,200	0,197	0,191	0,184	0,175	0,165	0,153	0,142
4,75	0,170	0,179	0,186	0,189	0,191	0,193	0,193	0,193	0,190	0,185	0,179	0,170	0,161	0,151	0,140
5,00	0,165	0,174	0,180	0,183	0,185	0,186	0,187	0,187	0,184	0,180	0,174	0,166	0,157	0,148	0,138
5,25	0,161	0,168	0,174	0,177	0,178	0,180	0,180	0,180	0,178	0,174	0,169	0,162	0,154	0,145	0,136
5,50	0,156	0,163	0,169	0,171	0,172	0,174	0,174	0,174	0,172	0,169	0,164	0,157	0,150	0,142	0,133
5,75	0,152	0,158	0,163	0,165	0,167	0,168	0,169	0,169	0,167	0,164	0,159	0,153	0,147	0,139	0,131
6,00	0,148	0,154	0,158	0,160	0,162	0,163	0,163	0,163	0,162	0,159	0,155	0,149	0,143	0,138	0,129
6,25	0,144	0,149	0,154	0,155	0,157	0,158	0,158	0,158	0,157	0,154	0,150	0,145	0,140	0,133	0,126
6,50	0,140	0,145	0,149	0,151	0,152	0,153	0,153	0,153	0,152	0,150	0,146	0,142	0,136	0,130	0,124
6,75	0,137	0,141	0,145	0,146	0,147	0,148	0,149	0,149	0,148	0,146	0,142	0,138	0,133	0,128	0,122

Таблиця Д.13 - Значення τ_{max}/ρ при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 2,00$, $l_2/b = 2,00$)

z/b	τ_{max}/ρ при x/b														
	0,0	0,50	1,00	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	4,00	4,50	5,00
0,00	0,003	0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,001	0,001	0,001	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003
0,25	0,084	0,100	0,107	0,121	0,131	0,136	0,125	0,120	0,125	0,136	0,121	0,121	0,107	0,100	0,084
0,50	0,124	0,156	0,175	0,195	0,205	0,209	0,206	0,204	0,206	0,209	0,195	0,195	0,175	0,156	0,124
0,75	0,149	0,187	0,215	0,238	0,247	0,252	0,254	0,254	0,254	0,252	0,238	0,238	0,215	0,187	0,149
1,00	0,165	0,205	0,236	0,261	0,270	0,276	0,279	0,280	0,279	0,276	0,261	0,261	0,236	0,205	0,165
1,25	0,173	0,214	0,246	0,271	0,280	0,286	0,289	0,291	0,289	0,286	0,271	0,271	0,246	0,214	0,173
1,50	0,181	0,217	0,248	0,272	0,281	0,287	0,291	0,292	0,291	0,287	0,272	0,272	0,248	0,217	0,181
1,75	0,184	0,217	0,246	0,269	0,277	0,283	0,287	0,288	0,287	0,283	0,269	0,269	0,246	0,217	0,184
2,00	0,185	0,215	0,242	0,263	0,270	0,276	0,279	0,280	0,279	0,276	0,263	0,263	0,242	0,215	0,185
2,25	0,184	0,211	0,236	0,255	0,261	0,267	0,270	0,271	0,270	0,267	0,255	0,255	0,236	0,211	0,184
1,50	0,182	0,207	0,228	0,246	0,252	0,256	0,259	0,260	0,259	0,256	0,246	0,246	0,228	0,207	0,182
2,75	0,179	0,201	0,221	0,236	0,242	0,246	0,249	0,249	0,249	0,246	0,236	0,236	0,221	0,201	0,179
3,00	0,176	0,196	0,213	0,227	0,232	0,236	0,238	0,239	0,238	0,236	0,227	0,227	0,213	0,196	0,176
3,25	0,172	0,190	0,206	0,218	0,222	0,226	0,228	0,228	0,228	0,226	0,218	0,218	0,206	0,190	0,172
3,50	0,168	0,184	0,198	0,209	0,213	0,216	0,218	0,218	0,218	0,216	0,209	0,209	0,198	0,184	0,168
3,75	0,164	0,178	0,191	0,201	0,204	0,207	0,208	0,209	0,208	0,207	0,201	0,201	0,191	0,178	0,164
4,00	0,160	0,173	0,184	0,193	0,196	0,198	0,200	0,200	0,200	0,198	0,193	0,193	0,184	0,173	0,160
4,25	0,156	0,167	0,177	0,185	0,188	0,190	0,191	0,192	0,191	0,190	0,185	0,185	0,177	0,167	0,156
4,50	0,151	0,162	0,171	0,178	0,181	0,182	0,183	0,184	0,183	0,182	0,178	0,178	0,171	0,162	0,151
4,75	0,147	0,157	0,165	0,171	0,174	0,175	0,176	0,177	0,176	0,175	0,171	0,171	0,165	0,157	0,147
5,00	0,143	0,152	0,159	0,165	0,167	0,168	0,169	0,170	0,169	0,168	0,165	0,165	0,159	0,152	0,143
5,25	0,139	0,147	0,154	0,159	0,161	0,162	0,163	0,163	0,163	0,162	0,159	0,159	0,154	0,147	0,139
5,50	0,136	0,143	0,149	0,153	0,155	0,156	0,157	0,157	0,157	0,156	0,153	0,153	0,149	0,143	0,136
5,75	0,132	0,139	0,144	0,148	0,150	0,151	0,151	0,152	0,151	0,151	0,148	0,148	0,144	0,139	0,132
6,00	0,128	0,134	0,139	0,143	0,144	0,145	0,146	0,146	0,146	0,145	0,143	0,143	0,139	0,134	0,128
6,25	0,125	0,131	0,135	0,138	0,140	0,141	0,141	0,141	0,141	0,141	0,138	0,138	0,135	0,131	0,125
6,50	0,122	0,127	0,131	0,134	0,135	0,136	0,136	0,137	0,136	0,136	0,134	0,134	0,131	0,127	0,122
6,75	0,119	0,123	0,127	0,130	0,131	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,130	0,130	0,127	0,123	0,119

Таблиця Д.14 - Значення τ_{max}/ρ при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 2,00$, $l_2/b = 4,00$)

z/b	τ_{max}/ρ при x/b														
	0,0	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00
0,00	0,003	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,25	0,087	0,101	0,106	0,117	0,126	0,102	0,101	0,085	0,072	0,065	0,060	0,057	0,055	0,056	0,051
0,50	0,129	0,159	0,175	0,190	0,195	0,177	0,166	0,148	0,130	0,117	0,108	0,102	0,097	0,092	0,079
0,75	0,156	0,193	0,216	0,234	0,238	0,226	0,212	0,193	0,174	0,158	0,146	0,136	0,127	0,117	0,099
1,00	0,174	0,212	0,240	0,258	0,264	0,257	0,243	0,225	0,205	0,188	0,174	0,161	0,149	0,135	0,114
1,25	0,186	0,223	0,252	0,271	0,278	0,274	0,263	0,246	0,228	0,210	0,195	0,180	0,165	0,147	0,126
1,50	0,194	0,229	0,257	0,276	0,285	0,283	0,274	0,260	0,243	0,225	0,209	0,193	0,176	0,157	0,135
1,75	0,198	0,231	0,258	0,277	0,286	0,287	0,279	0,267	0,252	0,235	0,218	0,201	0,183	0,163	0,142
2,00	0,201	0,230	0,256	0,274	0,284	0,286	0,280	0,270	0,256	0,240	0,224	0,207	0,188	0,168	0,147
2,25	0,201	0,229	0,252	0,269	0,279	0,282	0,278	0,270	0,257	0,243	0,227	0,209	0,191	0,172	0,151
1,50	0,201	0,226	0,247	0,263	0,273	0,277	0,274	0,267	0,256	0,242	0,227	0,210	0,192	0,173	0,154
2,75	0,199	0,222	0,242	0,257	0,267	0,270	0,269	0,263	0,253	0,240	0,226	0,210	0,193	0,174	0,156
3,00	0,197	0,218	0,236	0,250	0,259	0,263	0,262	0,257	0,248	0,237	0,223	0,208	0,192	0,174	0,157
3,25	0,194	0,213	0,230	0,243	0,251	0,256	0,255	0,251	0,243	0,233	0,220	0,206	0,190	0,174	0,157
3,50	0,191	0,208	0,223	0,236	0,244	0,248	0,248	0,244	0,237	0,228	0,216	0,203	0,188	0,173	0,157
3,75	0,188	0,203	0,217	0,228	0,236	0,240	0,241	0,237	0,231	0,222	0,212	0,199	0,188	0,171	0,158
4,00	0,184	0,199	0,211	0,222	0,229	0,233	0,233	0,230	0,225	0,217	0,207	0,195	0,188	0,189	0,155
4,25	0,180	0,194	0,205	0,215	0,221	0,225	0,226	0,224	0,219	0,211	0,202	0,191	0,183	0,167	0,154
4,50	0,177	0,189	0,200	0,208	0,214	0,218	0,219	0,217	0,212	0,206	0,197	0,187	0,180	0,165	0,152
4,75	0,173	0,184	0,194	0,202	0,208	0,211	0,212	0,210	0,206	0,200	0,192	0,183	0,176	0,162	0,151
5,00	0,169	0,180	0,189	0,196	0,201	0,204	0,205	0,204	0,200	0,195	0,188	0,179	0,173	0,159	0,149
5,25	0,166	0,175	0,183	0,190	0,195	0,193	0,199	0,198	0,194	0,189	0,183	0,175	0,170	0,157	0,147
5,50	0,162	0,171	0,178	0,185	0,189	0,192	0,193	0,192	0,189	0,184	0,178	0,171	0,166	0,154	0,144
5,75	0,158	0,166	0,174	0,179	0,184	0,186	0,187	0,186	0,183	0,179	0,174	0,167	0,163	0,151	0,142
6,00	0,165	0,162	0,169	0,174	0,178	0,181	0,181	0,180	0,178	0,174	0,189	0,163	0,159	0,148	0,140
6,25	0,151	0,158	0,164	0,169	0,173	0,175	0,176	0,175	0,173	0,170	0,165	0,159	0,156	0,146	0,138
6,50	0,148	0,155	0,160	0,165	0,168	0,170	0,171	0,170	0,168	0,165	0,161	0,155	0,153	0,143	0,135
6,75	0,145	0,151	0,156	0,160	0,163	0,165	0,166	0,165	0,164	0,161	0,157	0,152	0,149	0,140	0,133

Таблиця Д.15 - Значення τ_{max}/p при дії вертикального трапецієподібного смугового навантаження
($l_1/b = 4,00$, $l_2/b = 4,00$)

z/b	τ_{max}/p при x/b														
	0,0	1,00	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	8,00	9,00
0,00	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,25	0,053	0,056	0,059	0,063	0,069	0,079	0,090	0,083	0,079	0,079	0,069	0,063	0,059	0,056	0,053
0,50	0,082	0,098	0,107	0,114	0,125	0,138	0,149	0,148	0,138	0,138	0,125	0,114	0,107	0,098	0,082
0,75	0,103	0,130	0,145	0,155	0,167	0,182	0,192	0,194	0,182	0,182	0,167	0,155	0,145	0,130	0,103
1,00	0,119	0,153	0,174	0,186	0,199	0,213	0,223	0,225	0,213	0,213	0,199	0,186	0,174	0,153	0,119
1,25	0,132	0,169	0,196	0,209	0,223	0,235	0,244	0,247	0,235	0,235	0,223	0,209	0,196	0,269	0,132
1,50	0,142	0,182	0,212	0,226	0,239	0,251	0,259	0,262	0,251	0,251	0,239	0,226	0,212	0,182	0,142
1,75	0,150	0,190	0,223	0,237	0,250	0,261	0,269	0,272	0,261	0,261	0,250	0,237	0,223	0,290	0,150
2,00	0,156	0,197	0,230	0,244	0,257	0,268	0,275	0,277	0,268	0,268	0,257	0,244	0,230	0,197	0,156
2,25	0,161	0,201	0,234	0,248	0,261	0,271	0,277	0,280	0,271	0,271	0,261	0,248	0,234	0,221	0,161
1,50	0,165	0,203	0,236	0,250	0,262	0,272	0,278	0,280	0,272	0,272	0,262	0,250	0,236	0,203	0,165
2,75	0,167	0,204	0,237	0,250	0,262	0,270	0,276	0,278	0,270	0,270	0,262	0,250	0,237	0,204	0,167
3,00	0,169	0,205	0,236	0,249	0,260	0,268	0,273	0,275	0,268	0,268	0,260	0,249	0,236	0,205	0,169
3,25	0,170	0,204	0,234	0,246	0,257	0,264	0,269	0,271	0,264	0,264	0,257	0,246	0,234	0,204	0,170
3,50	0,171	0,203	0,231	0,243	0,253	0,260	0,265	0,256	0,260	0,260	0,253	0,243	0,231	0,203	0,171
3,75	0,171	0,201	0,228	0,239	0,248	0,255	0,259	0,261	0,255	0,255	0,248	0,239	0,228	0,201	0,171
4,00	0,170	0,199	0,225	0,235	0,244	0,250	0,254	0,255	0,250	0,250	0,244	0,235	0,225	0,199	0,170
4,25	0,170	0,197	0,221	0,231	0,239	0,245	0,248	0,250	0,245	0,245	0,239	0,231	0,221	0,197	0,170
4,50	0,169	0,194	0,217	0,226	0,234	0,239	0,243	0,244	0,239	0,239	0,234	0,226	0,217	0,194	0,169
4,75	0,167	0,191	0,213	0,221	0,228	0,234	0,237	0,238	0,234	0,234	0,228	0,221	0,213	0,191	0,167
5,00	0,166	0,189	0,208	0,217	0,223	0,228	0,231	0,232	0,228	0,228	0,223	0,217	0,208	0,189	0,166
5,25	0,164	0,186	0,204	0,212	0,218	0,223	0,255	0,226	0,223	0,223	0,218	0,212	0,204	0,186	0,164
5,50	0,162	0,182	0,200	0,207	0,213	0,217	0,220	0,221	0,217	0,217	0,213	0,207	0,203	0,182	0,162
5,75	0,160	0,179	0,196	0,202	0,208	0,212	0,214	0,215	0,212	0,212	0,208	0,202	0,196	0,179	0,160
6,00	0,158	0,176	0,192	0,198	0,203	0,207	0,209	0,210	0,207	0,207	0,203	0,198	0,192	0,176	0,158
6,25	0,156	0,173	0,188	0,193	0,198	0,202	0,204	0,205	0,202	0,202	0,198	0,193	0,188	0,173	0,156
6,50	0,154	0,170	0,184	0,189	0,194	0,197	0,199	0,199	0,197	0,197	0,194	0,189	0,184	0,170	0,154
6,75	0,152	0,167	0,180	0,185	0,189	0,192	0,194	0,195	0,192	0,192	0,189	0,185	0,180	0,167	0,152

Додаток Е

(рекомендований)

Приклад розрахунку дамби на основі з біогенних ґрунтів

Вихідні дані. Насип (рисунок Е.1): висота над поверхнею основи в природному стані $h_0=3$ м; ширина по верху $b=6$ м; коефіцієнти укосів $m_1=2$ і $m_2=3$; питома вага ґрунту насипу $\gamma_n=20,0$ кН/м³; питома вага ґрунту насипу у зваженому стані $\gamma_{n'}=10,0$ кН/м³.

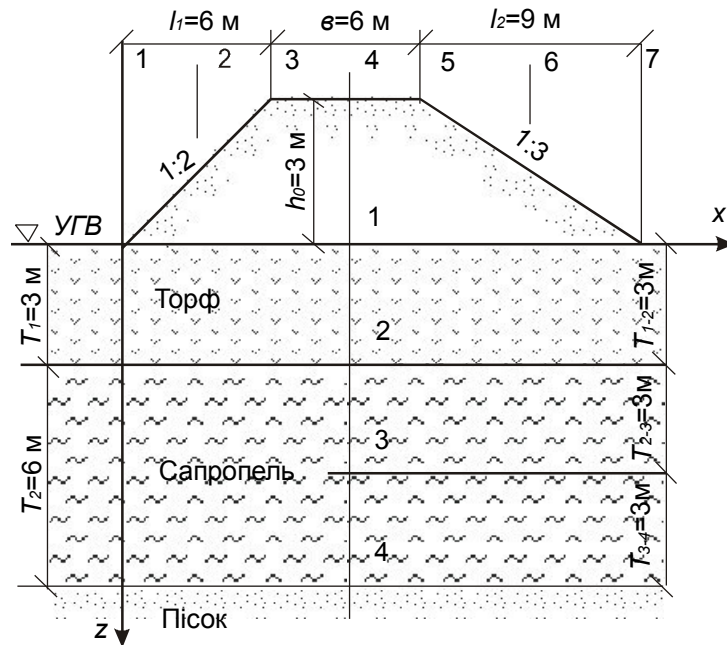


Рисунок Е.1 - Поперечний переріз дамби
(до прикладу розрахунку осідання основи)

Основа насипу: верхній шар – торф потужністю $h_1=3,0$ м з коефіцієнтом пористості $e_{0,1}=12$; нижній – сапропель потужністю $h_2=6,0$ м, $e_{0,2}=8$; сапропель підстеляється піском.

Рівень ґрунтових вод збігається з поверхнею основи дамби. Компресійна крива торфу (рисунок Е.2) і залежність опору торфу і сапропелю зсуву τ від коефіцієнтів пористості e при ущільненні ґрунтів основи (рисунок Е.3) одержані в процесі лабораторних випробувань ґрунтів. Компресійна крива сапропелю відсутня.

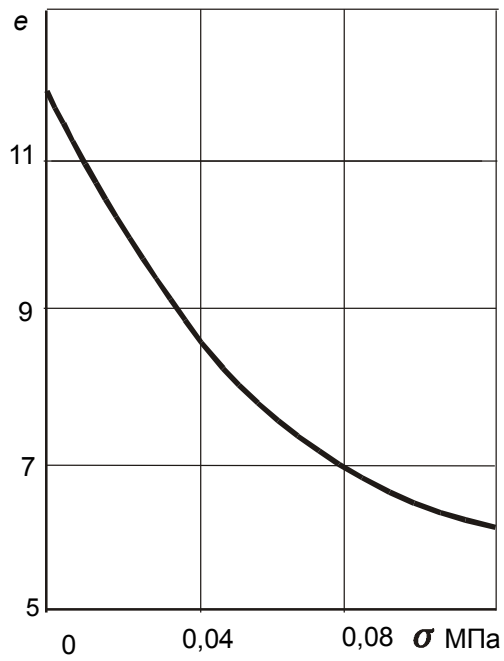


Рисунок Е.2 - Компресійна крива торфу основи

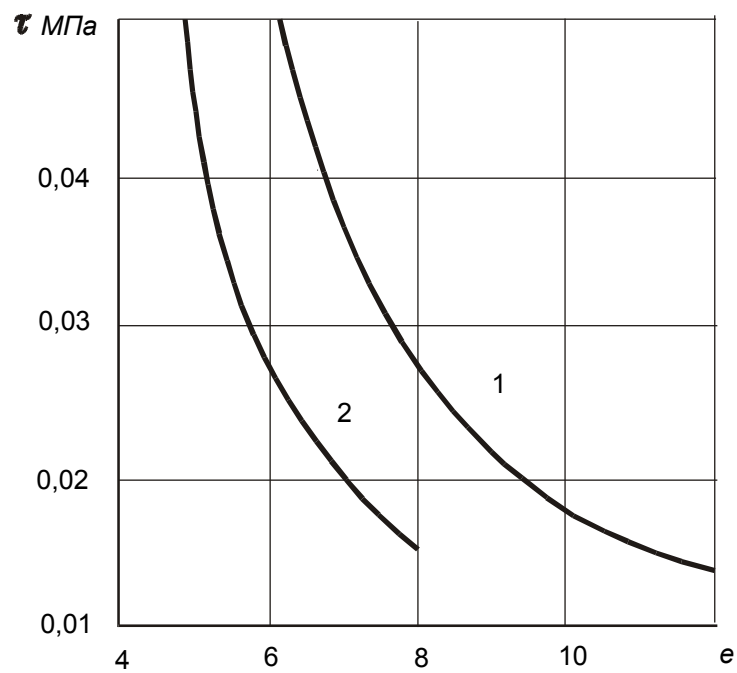


Рисунок Е.3 - Залежність опору ґрунтів основи зсуву τ від коефіцієнтів пористості e :

1 - торф; 2 - сапропель

Розрахунок величини осідання поверхні основи дамби

Як приклад розрахунок величини осідання поверхні основи виконаємо для трьох з семи вертикалей, намічених в поперечному перерізі (по осі дамби і серединам укосів). Відповідно до вихідних даних і 6.1.38 в товщі біогенних ґрунтів виділяємо три горизонтальні шари завтовшки 3 м. Через малу стисливість піску порівняно з торфом і сапропелем деформацією основи нижче залягання біогенних ґрунтів можна знехтувати.

Спочатку осідання визначимо по осі споруди, вважаючи, що дамба зводиться миттєво до проектної відмітки гребеня. При відсутності зважування матеріалу дамби водою навантаження на основу визначимо за залежністю

$$p_0 = \gamma_n \cdot h_0. \quad (E.1)$$

Для прийнятих значень γ_n і h_0 величина $p_0 = 20,0 \cdot 3 = 60 \text{ кН/м}^2 = 0,06 \text{ МПа}$. Вертикальні стискні напруги σ_z і в основі визначимо за допомогою таблиць (додаток Г). Для цього попередньо обчислимо $\frac{l_1}{b} = \frac{6}{6} = 1$ і $\frac{l_2}{b} = \frac{9}{6} = 1,5$.

$$(l_1 = m_1 h_0 = 2 \cdot 3 = 6 \text{ м}, \quad l_2 = m_1 h_0 = 3 \cdot 3 = 9 \text{ м}).$$

При значенні $\frac{l_1}{b} = 1$ і $\frac{l_2}{b} = 1,5$ таблиці в додатку Г немає. Найбільше підходять таблиці 10 і 11 додатка Г зі значеннями $\frac{l_1}{b} = 1$, $\frac{l_2}{b} = 1$ і $\frac{l_1}{b} = 1$, $\frac{l_2}{b} = 2$, тому значення $\frac{\sigma_z}{p}$ на виділених вертикалях знаходимо інтерполяцією.

Для осі дамби $c \frac{x}{b} = 1,5$ результати обчислень напруг для точок 1-4 зведено в таблицю Е.1.

Кінцеве осідання s_{1-2} шару торфу 1-2 визначаємо за залежністю (6.8) для значень $h_1 = 3,0 \text{ м}$, $e_{0,1} = 12$ і $e_{z,1} = 7,6$, що відповідає на компресійній кривій (рисунок Е.2) $\sigma_{z,1} = 0,058 \text{ МПа}$ в середині шару 1-2

$$s_1 = 3,0 \frac{12 - 7,6}{1 + 12} = 1,02 \text{ м}.$$

Компресійна крива сапропелю відсутня, тому осідання шарів 2-3 і 3-4 оцінимо наближено з використанням (6.9). Величини s знаходимо за значеннями $e_{0,2} = 8$, $\sigma_{z,2} = 0,053$ і $\sigma_{z,3} = 0,045 \text{ МПа}$ в середині шарів 2-3 і 3-4. Вони дорівнюють відповідно 0,250 і 0,225, тоді $s_2 = 0,25 \cdot h_2 = 0,25 \cdot 3 = 0,75 \text{ м}$ і $s_3 = 0,225 \cdot h_3 = 0,225 \cdot 3 = 0,68 \text{ м}$.

Сумарне осідання основи визначимо за залежністю (6.7)

$$s = 1,02 + 0,75 + 0,68 = 2,45 \text{ м}.$$

Результати розрахунків зведено в таблицю Е.1.

Відповідно до 6.1.42 розрахунок осідання потрібно повторити, тому що s виявилося більше $0,05 h_0 = 0,05 \cdot 3 = 0,15 \text{ м}$.

Навантаження на основу дамби з урахуванням додаткової ваги шару ґрунту насипу s у зваженому стані (згідно з вихідними даними рівень води збігається з поверхнею основи) і розраховуємо за залежністю

$$p_1 = \gamma_n \cdot h_0 + \gamma_n' s. \quad (\text{E.2})$$

Для $s = 2,45$ м $p_1 = 20,0 \cdot 3 + 10,0 \cdot 2,45 = 84,5$ кПа = 0,0845 МПа.

Розрахунок осідання від навантаження p_1 виконуємо в тій самій послідовності, що й від навантаження p_0 . Приріст осідання основи ($2,93 - 2,45 = 0,48$ м) від збільшеного навантаження також виявився більшим $0,05 h_0$ (таблиця Е.1), тому розрахунок необхідно виконувати для нового навантаження. Потрібній умові відповідає осідання $3,02$ м (таблиця Е.1).

При графоаналітичному способі розрахунку кінцевого осідання основи будуємо графік залежності кінцевого осідання основи від навантаження, що прикладається, $s = f(p)$ (для продовження кривої $s = f(p)$ додатково визначаємо осідання від $p = 0,10$ МПа (таблиця Е.1) і пряму $s = \varphi(p)$, яка розраховується за залежностями (1) і (2) (рисунок Е.4). Точка перетину цих прямих відповідає величині кінцевого осідання основи $s = 3,026$ м з навантаженням $p = 0,0895$ МПа.

Різниця у визначенні s обома способами не перевищила $0,2\%$.

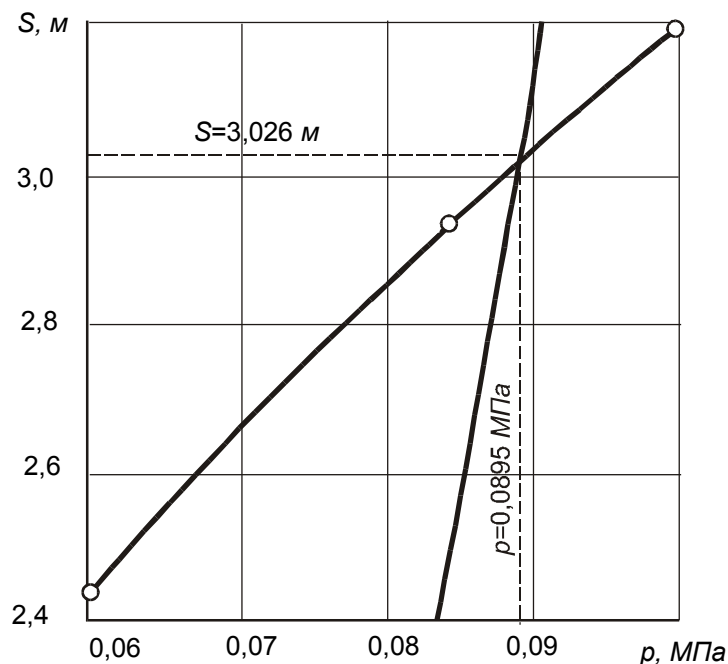


Рисунок Е.4 - Графоаналітичний спосіб знаходження осідання

Таблица Е.1

№ точки	Координати точки		σ_z/p		$p_0 = 0,06$ МПа		$p_1 = 0,084$ МПа		$p_2 = 0,089$ МПа		$p_3 = 0,10$ МПа	
	z, м	z/b	межа шару	середина шару	$\sigma_{z,i}$, М	$s_{i,0}$, М	$\sigma_{z,i}$, МПа	$s_{i,1}$, М	$\sigma_{z,i}$, МПа	$s_{i,2}$, М	$\sigma_{z,i}$, МПа	$s_{i,3}$, М
1	0	0	1,000	0,975	0,058	1,02	0,082	1,20	0,087	1,22	0,098	1,29
2	3	0,5	0,949	0,880	0,053	0,75	0,074	0,91	0,078	0,94	0,088	1,00
3	6	1	0,811	0,744	0,045	0,68	0,062	0,82	0,066	0,86	0,074	0,91
4	9	1,5	0,678									
					2,45		2,93		3,02		3,20	

Для встановлення кінцевого осідання основи по вертикалях, що проходять через середини укосів, визначаємо координати вертикалей

$$x_2 = \frac{l_1}{2} = \frac{6}{2} = 3 \text{ м} \quad \left(\frac{x_2}{b} = \frac{3}{6} = 0,5 \right),$$

$$x_6 = l_1 + b + \frac{l_2}{2} = 6 + 6 + \frac{9}{2} = 16,5 \text{ м} \quad \left(\frac{x_6}{b} = \frac{16,5}{6} = 2,75 \right)$$

і відповідні їм значення $\frac{\sigma_z}{p}$ за таблицями

$$\left(\frac{l_1}{b} = 1, \quad \frac{l_2}{b} = 1 \right) \text{ і } \left(\frac{l_1}{b} = 1, \quad \frac{l_2}{b} = 2 \right).$$

Значення $\frac{x_6}{b}$ не збігаються з табличними, тому повинна проводитися інтерполяція між значеннями $\frac{\sigma_z}{p}$ для $\frac{x}{b} = 2,5$ (таблиця Г.10) $\left(\frac{l_1}{b} = 1, \quad \frac{l_2}{b} = 1 \right)$ і $\frac{x}{b} = 3$ (таблиця Г.11) $\left(\frac{l_1}{b} = 1, \quad \frac{l_2}{b} = 2 \right)$, що відповідають серединам укосів.

Кінцеві величини осідання основи по вертикалях, обчислені безпосередньо за значеннями напруг в середині окремих шарів від навантаження $p_p = 0,089$ МПа, що діє по осі насипу, виявилися рівними $s_p = 2,15$ м при $x_2 = 3$ м і $x_6 = 16,5$ м.

Можливий порядок розрахунку наведено в таблиці Е.2.

Таблиця Е.2

x	$\frac{x}{b}$	z	$\frac{z}{b}$	σ_z/p		$\sigma_{z,i}$ МПа при $p=0,089$ МПа	s , м
				межа шару	середина шару		
3	0,5	0	0	0,500			
					0,499	0,045	0,85
		3	0,5	0,498	0,490	0,045	0,68
		6	1	0,482			
					0,470	0,043	0,66
		9	1,5	0,454			$\Sigma 2,15$
16,5	2,75	0	0	0,500			
					0,499	0,045	0,85
		3	0,5	0,498	0,490	0,045	0,68
		6	1	0,483			
					0,469	0,043	0,66
		9	1,5	0,456			$\Sigma 2,15$

Аналіз стійкості основи дамби

Аналіз стійкості основи дамби виконаємо згідно з 6.1.44 по трьох вертикалях, що проходять по осі та біля підшови споруди.

Сумарну міцність на зсув τ_0 і τ_k торфу і сапропелю встановлюємо за даними лабораторних випробувань біогенних ґрунтів на зсув (рисунок Е.3). Для торфу при $e_0 = 12$ $\tau_0 = 0,014$ МПа і сапропелю при $e_0 = 8$ $\tau_0 = 0,015$ МПа. Величини τ_k визначаємо за значеннями коефіцієнтів пористості біогенних ґрунтів при їх ущільненні в основі розрахунковим навантаженням $P_p = 0,089$ МПа (таблиця Е.3). З огляду на те, що для сапропелю компресійна крива відсутня, e_k розраховуємо згідно з 6.1.40.

Максимальні дотичні напруги в основі дамби визначаємо з використанням таблиць 10 і 11 додатка Д інтерполяцією величин $\frac{\tau_{max}}{p}$. Навантаження на основу насипу при її миттєвому зведенні на повну висоту $h = h_0 + s = 3,0 + 3,1 = 6,1$ м становитиме $p = \gamma_n h = 20,0 \cdot 6,1 = 122,0$ кН/м² (0,122 МПа). Послідовність розрахунків при знаходженні τ_{max} для умов миттєвого відсипання насипу ($P = 0,122$ МПа) і поступового його зведення ($p = 0,089$ МПа) наводиться в таблиці Е.4, де для порівняння з τ_{max} наведено також значення τ_k .

Згідно з аналізом даних таблиці Е.4 і відповідно до 6.1.48 зводити дамбу можна при поетапному завантаженні основи.

Визначимо можливу товщину насипу на першому етапі завантаження основи. З огляду на те, що максимальна величина $\frac{\tau_{max}}{p} = 0,3$ відповідає точці основи по осі дамби ($\frac{x}{b} = 1,5$) на глибині 6 м з міцністю ґрунту в цій точці $\tau_0 = 0,015$ МПа, приблизна величина допустимого навантаження на основу становитиме $p_1 = \frac{\tau_0}{0,3} = \frac{0,015}{0,3} = 0,05$ МПа, або 50 кН/м², що відповідає товщині насипу $h_1 = \frac{p_1}{\gamma_n} = \frac{50}{20} = 2,5$ м.

Таблиця Е.3

z, м	$\frac{z}{b}$	$\frac{x}{b} = 0$				$\frac{x}{b} = 1,5$				$\frac{x}{b} = 3,5$			
		$\frac{\sigma_z}{p}$	σ_z , МПа	e_k	τ_k , МПа	$\frac{\sigma_z}{p}$	σ_z , МПа	e_k	τ_k , МПа	$\frac{\sigma_z}{p}$	σ_z , МПа	e_k	τ_k , МПа
0	0	0,001	0,000	12,0	0,014	1,000	0,091	6,6	0,044	0,000	0,000	12,0	0,014
1,5	0,25	0,078	0,007	11,2	0,016	0,991	0,090	6,6	0,044	0,059	0,005	11,5	0,015
3	0,5	0,146	0,013	$\frac{10,6^*}{7,1}$	$\frac{0,018^*}{0,018}$	0,949	0,086	$\frac{6,7}{5,0}$	$\frac{0,043^*}{0,046}$	0,111	0,010	$\frac{11,0^*}{7,3}$	$\frac{0,016^*}{0,017}$
4,5	0,75	0,200	0,018	6,9	0,019	0,884	0,080	5,2	0,040	0,156	0,014	7,1	0,018
6	1	0,240	0,022	6,7	0,021	0,812	0,074	5,3	0,039	0,190	0,017	6,9	0,019
7,5	1,25	0,267	0,024	6,6	0,022	0,742	0,067	5,4	0,037	0,216	0,020	6,8	0,020
9	1,5	0,284	0,026	6,6	0,022	0,678	0,062	5,5	0,035	0,235	0,021	6,7	0,021
* Числівник – характеристики торфу, знаменник – характеристики сапропелю													

Таблиця Е.4

Z, м	$\frac{z}{b}$	$\frac{x}{b} = 0$				$\frac{x}{b} = 1,5$				$\frac{x}{b} = 3,5$			
		$\frac{\tau_{max}}{p}$	τ_{max} , МПа при		τ_{κ} , МПа при $p=0,091$ МПа	$\frac{\tau_{max}}{p}$	τ_{max} , МПа при		τ_{κ} , МПа при $p=0,091$ МПа	$\frac{\tau_{max}}{p}$	τ_{max} , МПа при		τ_{κ} , МПа при $p=0,091$ МПа
			$p=0,122$ МПа	$p=0,091$ МПа			$p=0,122$ МПа	$p=0,091$ МПа			$p=0,122$ МПа	$p=0,091$ МПа	
0	0	0,005	0,001	0,000	0,014	0,002	0,000	0,000	0,044	0,004	0,000	0,000	0,014
1,5	0,25	0,132	0,016	0,012	0,016	0,150	0,018	0,014	0,044	0,106	0,013	0,010	0,015
3,0	0,50	0,179	0,022	0,016	$\frac{0,018^*}{0,018}$	0,244	0,030	0,022	$\frac{0,043^*}{0,046}$	0,148	0,018	0,013	$\frac{0,016^*}{0,017}$
4,5	0,75	0,201	0,025	0,018	0,019	0,287	0,035	0,026	0,040	0,170	0,021	0,015	0,018
6,0	1,00	0,210	0,026	0,019	0,021	0,300	0,037	0,027	0,039	0,181	0,022	0,016	0,019
7,5	1,25	0,211	0,026	0,019	0,022	0,297	0,036	0,027	0,037	0,186	0,023	0,017	0,020
9,0	1,50	0,210	0,026	0,019	0,022	0,286	0,035	0,026	0,035	0,186	0,023	0,017	0,021

* Числівник – величини в шарі торфу, знаменник – величини в шарі сапропелю.

Уточнимо товщину насипу, для чого визначимо коефіцієнти укосів $m_{1,c} = \frac{l_1}{h} = \frac{6}{6,1} = 0,98$ і $m_{2,c} = \frac{l_2}{h} = \frac{9}{6,1} = 1,48$ в припущенні миттєвого зведення насипу. При $h_1 = 2,5$ м $l_{1,c} = m_{1,c}h_1 = 0,98 \cdot 2,5 = 2,45$ м, $l_{2,c} = m_{2,c}h_1 = 1,48 \cdot 2,5 = 3,70$ м і ширина насипу зверху виявиться рівною $b_{1,c} = 21 - (2,45 + 3,70) = 14,85$ м, тоді $\frac{l_{1,c}}{b_{1,c}} = \frac{2,45}{14,85} = 0,16$ і $\frac{l_{2,c}}{b_{1,c}} = \frac{3,70}{14,85} = 0,25$. Найбільш придатною для визначення $\frac{\tau_{max}}{p}$ є таблиця 1 додатка Д ($\frac{l_1}{b} = 0,25$, $\frac{l_2}{b} = 0,25$). Максимальні значення $\frac{\tau_{max}}{p} = 0,314$ виявилися при $\frac{z}{b} = 0,50$. Для $z = 0,50 \cdot b_{1,c} = 0,50 \cdot 14,85 = 7,42$ м $\tau_0 = 0,015$ МПа і уточнена величина навантаження $p_1 = \frac{\tau_0}{0,314} = \frac{0,015}{0,314} = 0,048$ МПа (48 кН/м²), що відповідає товщині насипу $h_1 = \frac{p}{\gamma_n} = \frac{48}{20} = 2,4$ м.

Внаслідок ущільнення біогенних ґрунтів на першому етапі завантаження основи насипом завтовшки 2,4 м відбудеться осідання основи, що становитиме 1,67 м по осі споруди, зі зменшенням коефіцієнтів пористості сапропелю з $e_0 = 8$ до $e_1 = 6,45$ -6,52 і збільшенням її міцності з $\tau_0 = 0,015$ до $\tau_1 = 0,0225$ -0,0233 МПа.

Для збільшеної міцності ґрунту величина допустимого навантаження на другому етапі завантажування основи буде $p_2 = 72,1$ кН/м². Оскільки осідання на першому етапі завантажування становить $s_1 = 1,67$ м (частина насипу нижче рівня води), товщину насипу h_2 по її осі на другому етапі завантажування основи знайдемо з рівняння

$$\gamma_n' s_1 + \gamma_n (h_2 - s_1) = p_2, \quad (E.3)$$

звідки

$$h_2 = \frac{p_2 + \gamma_n' s_1}{\gamma_n} = \frac{72,1 + 20 \cdot 1,67}{20} = 4,44 \text{ м.}$$

На третьому етапі товщина насипу по його осі не повинна перевищувати 5,7 м, після чого дамба відсипається до проектної товщини, тобто до 6,1 м.

ЗМІСТ

С.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	1
2 ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ	2
3 ОСНОВНІ ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ	3
6 ПАРАМЕТРИ ОСНОВНИХ СПОРУД ПОЛЬДЕРНОЇ СИСТЕМИ	11
6.1 Захисні дамби	11
6.2 Насосні станції.....	21
6.3 Провідна і регулювальна мережа.....	28
7 АВТОМАТИЗАЦІЯ І ТЕЛЕМЕХАНІЗАЦІЯ ПОЛЬДЕРНИХ СИСТЕМ	34
8 ВНУТРІШНЬОПОЛЬДЕРНІ ДОРОГИ	37
9 РЕКОНСТРУКЦІЯ ПОЛЬДЕРНИХ СИСТЕМ.....	37
10 ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПОЛЬДЕРНИХ СИСТЕМ	50
Додаток А Терміни і визначення	52
Додаток Б Перелік нормативних документів, на які є посилання у ВБН.....	53
Додаток В Визначення оптимального розміщення дамб у плані та розрахункового рівня з урахуванням нерівномірного руху води	54
Додаток Г Допоміжні таблиці для розрахунку вертикальних нормальних напруг в основі дамби.....	57
Додаток Д Допоміжні таблиці для розрахунку максимальних дотичних напруг в основі дамби.....	72
Додаток Е Приклад розрахунку дамби на основі з біогенних ґрунтів.....	87